

**Untersuchungen zur Rekonstruktion
von Verkehrsunfällen mit Anprall
von Schädeln an vordere Fahrzeugteile**

von

Walter Wolf
aus Marienbad

1965 № 68

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Weinig

Untersuchungen zur Rekonstruktion von Verkehrsunfällen mit
Anprall von Schädeln an vordere Fahrzeugteile.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von
Walter Wolf
aus Marienbad

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg.



Dekan: Professor Dr. W.D. Keidel
Referent: Professor Dr. Gg. Schmidt
Korreferent: Professor Dr. Dr. E. Weinig

Tag der mündlichen Prüfung: 9.7.1965

Inhaltsverzeichnis:

A.	Einleitung und Ziel der Arbeit	5
B.	Untersuchungen von Verkehrsunfällen	11
I.	Aus Polizeiakten gewonnene Fälle	11
Ia.	Die einzelnen Fälle (1-21)	15
Ib.	Ergebnisse der Fälle	31
II.	Fälle aus dem Gerichtsmed.Institut Erlangen	35
IIa.	Die einzelnen Fälle	35
IIb.	Ergebnisse	54
C.	Eigene Versuche	59
I.	Phantomschädel gegen Kotflügel	59
II.	Phantomschädel gegen Windschutzscheibeneinfassung ..	61
III.	Schädel und Phantomschädel gegen Windschutzscheibe..	65
IIIa.	Allgemeines über Sicherheitsglas	65
IIIb.	Bisherige Versuche mit Sicherheitsglasscheiben	67
IIIc.	Die einzelnen Versuche	68
D.	Diskussion der Ergebnisse	74
I.	Unfallmechanismus	74
II.	Geschwindigkeit	75
III.	Windschutzscheibe und Einfassung	76
IV.	Schädelverletzungen	78
V.	Spurenuntersuchungen	79
VI.	Weitere Gesichtspunkte	80
E.	Zusammenfassung	81
F.	Literatur	83



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548619_0042

A. Einleitung und Ziel der Arbeit.

Die heutige Verkehrsdichte nimmt ständig zu. Während die Gesamtstraßenlänge in den letzten 25 Jahren nur ungenügend gewachsen ist, hat sich der Fahrzeugbestand dagegen riesenhaft vergrößert. Ein Vergleich möge dies deutlich machen: In Tabelle 1 ist die Zunahme der klassifizierten Straßen und das Anwachsen der Kraftfahrzeuge im Gebiet der heutigen BRD in den letzten 12 Jahren dargestellt. Zum Vergleich dazu ist das Jahr 1938 herangezogen.

Jahr	klassif. Straßen in km	Kfz. in Tausend
1938	120 288,9	1 836,095
1950	127 621,3	1 949,803
1955	129 238,3	5 265,2
1960	136 340,2	7 797,3
1962	141 919,2	9 461,3

Tab. 1: Länge der klassifizierten Straßen und Zahl der Kraftfahrzeuge in der BRD. (1938 ist bezogen auf das Gebiet der heutigen BRD. Die Angaben über die Länge der Straßen gelten jeweils für den 1. Januar des Jahres - 1960 Jahresende -, über die Zahl der Kraftfahrzeuge für den 1. Juli).

Setzt man die Zahlen von 1938 = 100, so nahmen bis zum Jahre 1962 die Straßenkilometer auf rund 117 %, die Kraftfahrzeuge jedoch auf rund 515 % zu! Zwangsläufig führte

dieses unaufhaltsame Anwachsen der Zahl der Kraftfahrzeuge auch zu einem unaufhaltsamen Anwachsen der Verkehrsunfälle. Rechnet man noch den teilweise recht mangelhaften Zustand und Ausbau der 85 % Straßen hinzu, die bereits seit 1938 bestehen, und die Benutzung derselben Straßen durch alle Verkehrsteilnehmer, also Kraftfahrer, Radfahrer und Fußgänger, so hat man wohl die drei Hauptgründe für dieses lawinenartige Anwachsen. Vor allem gegen die Gemeinschaftsstraßen wandte sich DETTLING bereits 1958, indem er die Zeit überreif nannte, diese Straßen in reine Autostraßen, Radfahrwege und Fußgängerwege umzuwandeln. Die Auswirkungen dieser ungünstigen Verkehrsbedingungen finden dann auch ihren Niederschlag in den Zahlen der Verkehrsunfallstatistik, wie sie die Tabelle 2 zeigt. Es sind hier die Zahlen der Verkehrsunfälle, der Verkehrsverletzten und der Verkehrstoten der BRD in den letzten 12 Jahren zusammengestellt und mit denen des Jahres 1938 verglichen. Die letzten Spalten zeigen, wieviele Fußgänger und Radfahrer an diesen Unfällen beteiligt waren bzw. getötet wurden.

Jahr	V-Unfälle	V-Verletzte	V-Tote	Bet.Fußg.	Getöt.Fußg.
1938	159 408	108 648	4 763	nicht angegeben	
1950	247 994	150 688	6 328	22 556 ^x	971
1955	567 819	350 486	12 340	80 558	3 608
1960	946 968	438 190	14 109	84 169	4 386
1962	1032 012	412 036	14 088	77 345	4 855

Jahr	Bet.Radf.	Getöt.Radf.
1938	nicht angegeben	
1950	88 312 ^x	731 ^x
1955	93 849	1 438
1960	60 009	1 470
1962	50 093	1 486

Tab. 2: Verkehrsunfallstatistik unter Einbeziehung der Fußgänger und Radfahrer. (1938 ist bezogen auf das Gebiet der heutigen BRD. x = ohne Hessen, Rheinland-Pfalz, Württemberg und Bayern. Stand jeweils 1.Juli des Jahres).

Betrachtet man diese Zusammenstellung, so sieht man eine Zunahme der Verkehrsunfälle von 1950 bis 1962 auf 417 %, von 1938 bis 1962 sogar auf 646 %. Das Ansteigen der Zahl der Verkehrstoten insgesamt konnte seit 1960 günstig beeinflusst werden (Geschwindigkeitsbeschränkung!), 1962 ging die Zahl der Verkehrstoten sogar etwas zurück. Die Zahl der getöteten Fußgänger und Radfahrer ist dagegen immer noch leicht im Wachsen, obwohl die Unfallbeteiligung der Radfahrer und Fußgänger rückläufig ist. Es müssen also schwerere Verletzungen sein, die dem unfallbeteiligten Fußgänger bzw. Radfahrer heute drohen. Der Befund, daß allgemein 50 % der Fußgänger und rd. 65 % der Radfahrer bei Verkehrsunfällen Kopfverletzungen erleiden (STEINER, MIKAT), zeigt dabei deren Gefährdung schon auf. Die wenigsten tödlichen Unfälle dieser Art ereignen sich naturgemäß durch den Zusammenstoß mit Mopeds oder Krafträdern, die häufigsten durch den Zusammenstoß mit Kraftfahrzeugen, besonders mit Personenwagen.

Ziel der Arbeit.

Unfälle zwischen Kraftfahrzeugen und Fußgängern bzw.

Radfahrern sind häufig Gegenstand gerichtsmedizinischer Untersuchungen. Die Spuren am Kraftfahrzeug und die Verletzungen einschließlich der Kleiderbeschädigungen der Unfall-opfer müssen dabei zur Rekonstruktion des Unfallgeschehens herangezogen werden, denn oft lassen sich durch die Spuren-untersuchung weit bessere Hinweise als aus den Aussagen von Zeugen und Unfallbeteiligten gewinnen. Derartige Untersuchungen sind vor allem wichtig und praktisch auch die einzige Informationsquelle bei Fahrerflucht, einem besonders schwerwiegenden Vergehen im Straßenverkehr. Seine energische Bekämpfung erfordert die Aufklärung einschlägiger Fälle mit allen Mitteln. Je mehr Unfallbeteiligte sich durch Flucht der Strafverfolgung entziehen, desto leichter entschließen sich andere Kraftfahrer, die einen Unfall verursacht haben, ebenfalls zur Flucht. Die gerichtsmedizinische Untersuchung kann den Ermittlungsbehörden dabei nicht selten Hinweise z.B. auf die Art und Farbe des am Unfall beteiligten Fahrzeugs geben (Glas-, Lacksplitter, besonders konturierte Verletzungen usw.). Es muß deshalb versucht werden, Beziehungen zwischen Unfallbeschädigungen am Kraftfahrzeug und den Verletzungen der angefahrenen Personen herzustellen.

In der letzten Zeit haben sich diejenigen Fälle deutlich vermehrt, bei denen Fußgänger oder Radfahrer die Opfer von Anfahrnfällen durch Kraftfahrzeuge waren, wobei die meisten von ihnen ihren schweren Schädelverletzungen erlegen sind.

In unserer Arbeit soll daher der Unfallmechanismus zu Grunde liegen, bei dem Fußgänger bzw. Radfahrer frontal mit dem

Schädel gegen ein Kraftfahrzeug prallen.

Da ein derartiger Anprall meistens bei aufrechter Haltung der Betroffenen vorkommt, treten die Anstoßverletzungen auch durchweg nur an der Windschutzscheibe, deren Einfassung und dem an die Windschutzscheibe nach vorn angrenzenden Teil der Motor- bzw. Kofferraumhaube auf. Damit sind die rein örtlichen Grenzen gesetzt. Überfahren, Streifen und Auffahren blieben ebenso wie das Anfahren eines kleinen Kindes oder die seltene Möglichkeit des Anfahrens eines auf der Straße sitzenden oder liegenden Fußgängers (Kühlergrill, Kotflügel, Stoßstange wären in diesen Fällen Kopf-anstoßstellen), unberücksichtigt. Ferner war die Beschränkung auf tödliche Unfälle zweckmäßig, da die Erfahrung lehrte, daß von der Polizei in der Regel nur von tödlichen Verkehrsunfällen Aufnahmen der Unfallfahrzeuge angefertigt wurden. Außerdem konnten nur durch die Sektionen der Unfallopfer genaue Schädelverletzungen beschrieben werden.

Literatur.

Betrachtet man die bisherigen Veröffentlichungen über Verkehrsunfälle, die etwa dem behandelten Gebiet entsprechen, so sieht man, daß bisher das Augenmerk in erster Linie auf Verletzungen der Fahrzeuginsassen und Beschädigungen der Fahrzeuginnenseite gerichtet wurde, wie sie z.B. von BÜTTNER, JURDIJAHN und WEBSTER, NORMAN, RUTLEY und COOK oder LOEW beschrieben wurden. LOEW befasste sich auch speziell mit

dem Stoß des Schädels gegen die Windschutzscheibe, worüber auch SELLIER und UNTERHARNSCHEIDT, LOSSAGK und zum Teil die SEKURIT-GMBH gesonderte Untersuchungen durchführten. Ihre Ergebnisse sollen weiter unten genauer berichtet werden, ebenso einige Ergebnisse von MÜHLFELD, in denen er über Kopfanstoßverletzungen von Fußgängern an Kraftfahrzeugen berichtet.

B. Untersuchungen von Verkehrsunfällen.

=====

B I. Aus Polizeiakten gewonnene Fälle:

Es wurden zuerst Verkehrsunfallakten der Stadtpolizeiämter Nürnberg, Fürth, Bamberg, Erlangen und Amberg/Opf. auf den zur Aufgabe gestellten speziellen Verletzungsmechanismus hin untersucht. Für die freundliche Überlassung der Akten und bereitwillige Unterstützung darf ich den Leitern der Stadtpolizeiämter, Herrn Oberpolizeirat Weniger vom Polizeipräsidium Nürnberg, Herrn Polizeidirektor Kaltenhäuser vom Polizeiamt Fürth, Herrn Amtmann Ritterbecks vom Polizeiamt Bamberg, Herrn Amtmann Schießer vom Polizeiamt Amberg und ihren Mitarbeitern meinen herzlichen Dank aussprechen.

Eine Beschränkung auf die Stadtgebiete war zweckmäßig, wenn man die örtliche Verteilung der Unfälle der letzten Jahre vergleicht. Die Tabelle 3 zeigt die Zahl der Unfälle zwischen Kraftfahrzeugen und Fußgängern, die Zahl der getöteten Fußgänger und die Zahl der getöteten Radfahrer in der BRD, jeweils innerhalb und außerhalb geschlossener Ortschaften. Für 1953 und 1959 waren leider nicht alle Zahlen in die Bundesstatistik aufgenommen.

Jahr	Unfälle Kfz. Fußg.		Getötete Fußg.	
	innerh.geschl. Ortschaften	außerh.geschl. Ortschaften	innerh. g.Ortsch.	außerh. g.Ortsch.
1953	42 207	7 110	2 248	75
1955	46 832	7 750	2 793	81
1957	50 513	7 734	2 777	88
1959	-	-	2 816	1 137
1961	56 882	9 147	3 223	1 410
Verh.	6,19	:1	2,76	:1
rd.	6	:1	3	:1

Jahr	Getötete Radfahrer	
	innerh.geschl. Ortschaften	außerh.geschl. Ortschaften
1953	-	-
1955	897	541
1957	742	552
1959	831	662
1961	784	753
Verh.	1,29	:1
rd.	1	:1

Tab. 3: Örtliche Verteilung der Unfälle Kfz.-Fußgänger, der getöteten Fußgänger und der getöteten Radfahrer.

Es kommt also, wie man aus Tabelle 3 ersieht, in Stadtgebieten ungefähr sechsmal häufiger zu Unfällen mit Fußgängern als außerhalb geschlossener Ortschaften, wobei dreimal mehr

Fußgänger tödlich verletzt werden. Bei Radfahrern ist die Verhältniszahl etwa gleich, zurückzuführen wohl auf schwerere Unfälle außerhalb von Ortschaften.

Setzt man die Gesamtzahl der Getöteten in Verhältnis zu der Zahl der Fußgänger, die innerhalb einer Ortschaft getötet werden, so kommt man auf eine Durchschnittszahl von 4,5 : 1, zählt man die innerhalb von Ortschaften getöteten Fußgänger und Radfahrer zusammen und setzt sie in Relation, so kommt man sogar zu einem Ergebnis von 3,5 : 1. Man kann also sagen, daß etwa jeder vierte im Straßenverkehr Getötete ein Fußgänger oder Radfahrer innerhalb einer geschlossenen Ortschaft ist.

In den Polizeiamtern Amberg, Bamberg, Fürth und Erlangen konnten für die jeweilige Berichtszeit die Zahlen ziemlich genau erfasst werden. Danach betrug in diesen Städten die Zahl der bei Verkehrsunfällen tödlich Verunglückten 64, die hier interessierenden Fälle 16, also ein Viertel. Diese Relation ergab sich in etwa auch in der Einzelauswertung der genannten Städte. Für Nürnberg konnten aus technischen Gründen vergleichbare Zahlen nicht gewonnen werden.

Die Akten der Verkehrspolizei enthielten naturgemäß alle von der Verkehrspolizei aufgenommenen Unfälle, Vergehen und zur Anzeige gebrachten Übertretungen. Nach dem Herausziehen aller Unfallakten konnten schließlich die in Tabelle 4 zusammengestellten, die Themenstellung betreffende Fälle ermittelt werden. (VUB = Verkehrsunfallbereitschaft).

Ein Mopedfahrer wurde hier als Radfahrer gerechnet, da die Unfallbedingungen denen eines Radfahrers ähnlich waren. Alle beteiligten Fußgänger und Radfahrer erlitten tödliche Verletzungen.

B Ia. Die einzelnen Fälle(1 - 21).

Fall 1.

Ein VW-Fahrer (VW 1200) fährt am 23.1.61 in N. eine Fußgängerin von rechts an. Diese wird von der Stoßstange erfasst und schlägt mit dem Kopf gegen die Scheibe.

Die Verletzungen der Fußgängerin sind: Mehrere Kopfplatzwunden, ein komplizierter Unterschenkelbruch rechts und ein Schenkelhalsbruch rechts.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe zerbrochen. Außerdem ist die vordere Stoßstange beschädigt.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug 30 - 40 km/std, die der Fußgängerin kann wohl mit 0 angenommen werden.

Wahrscheinlich lagen hier, wie auch in manchen der folgenden Fälle, noch mehr Verletzungen der Verunglückten vor. So ist hier sicher anzunehmen, daß die Kopfverletzungen todesursächlich waren.

Vereinzelt dürften auch noch geringe Wagenbeschädigungen dazukommen, denn an den Kraftfahrzeugen waren oft mehrere kleinere Beschädigungen durch eine summarische Beschreibung besser aufzuführen.

Fall 2.

Ein VW-Fahrer fährt am 2.7.62 in N. einen Fußgänger frontal an. Dieser wird von der Stirnseite des PKW-VW 1200 angestoßen und über die vordere Haube gegen die Windschutzscheibe geschleudert.

Als Verletzung des Fußgängers ist lediglich angegeben:

Starkes Bluten am Kopf.

Schwere innere Schädel- und Hirnverletzungen sind hier wohl anzunehmen, wahrscheinlich sogar als todesursächlich anzuschuldigen. Von den Polizeibeamten wurden ja meist nur die auffälligsten Verletzungen und Brüche der Unfallopfer festgehalten und Sektionen konnten nur in einigen Fällen vorgenommen werden.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe völlig zertrümmert und das Dach über der Windschutzscheibe eingebeult. Außerdem sind die Stoßstange und die vordere Haube beschädigt.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 30 km/std.

Fall 3.

Am 23.3.62 fährt in N. ein PKW-Mercedes einen Fußgänger von vorne an. Der Mann wird von der rechten Seite des Kühlergrills und der Stoßstange erfasst und gegen die Windschutzscheibe geschleudert.

Die Verletzungen des Passanten sind: Schädelbasisbruch, Splitterbruch des linken Unterschenkels, innere Verletzungen

Der Fußgänger wurde also wahrscheinlich zuerst von der

Stoßstange am linken Unterschenkel erfasst, wobei dieser splitterte. Durch Hebelwirkung kippte er sodann gegen den Grill, schlug mit dem Körper auf die Motorhaube und stieß mit dem Kopf in die Windschutzscheibe.

Die Wagenbeschädigungen sind auch dementsprechend:

Kühlergrill und Motorhaube sind rechts eingedrückt, die Stoßstange ist zurückgebogen, die Windschutzscheibe zertrümmert. Einen dem Mechanismus nach ähnlichen Unfall dürfte wohl die Mehrzahl der frontal angefahrenen Fußgänger erlitten haben.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 50 km/std.

Fall 4.

Ein VW-Fahrer (VW-1200) fährt am 31.10.60 in N. einen langsam heranrollenden Mopedfahrer von rechts an. Dieser wird vom Moped direkt in die Windschutzscheibe des PKW geschleudert.

Die Verletzungen des Mopedfahrers sind: Schädelbruch, Rippenbrüche rechts, Oberarmbruch rechts.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe zertrümmert, das Dach oberhalb der Windschutzscheibe verbeult. Stoßstange und Haube sind beschädigt.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 40 km/std.

Fall 5.

Am 12.10.60 fährt in N. ein DKW-1000 auf einem Fußgängerübergang eine Fußgängerin an. Sie wird von hinten erfasst, stürzt mit dem Körper auf die vordere linke Seite der Motorhaube und

prallt mit dem Kopf gegen die obere Windschutzscheibeneinfassung. Sodann wird sie auf den Wagen geschleudert, schlägt am Dach auf und rollt nach hinten zu Boden.

Die Verletzungen nach Aussagen des zuständigen

Polizeibeamten: Kopfverletzungen und Prellungen. Bei der relativ großen Tiefe (siehe Bild) der Anschlagstelle des Kopfes an die Windschutzscheibeneinfassung müsste man eigentlich eine weitgehende Zerschmetterung des Kopfes erwarten, was aber offenkundig nicht der Fall war. Leider ist nicht mehr feststellbar, welche Kopfverletzungen im einzelnen vorgelegen haben.

Am Wagen (Abb. 1) ist der vordere Teil der Motorhaube in der Größe eines Stuhlsitzes eingedrückt. Die Windschutzscheibe (Verbundglas) ist zertrümmert und zu 3/4 aus der Fassung gefallen, die obere Windschutzscheibeneinfassung zeigt eine typische Eindellung, das Dach ist eingedrückt. Außerdem sind die Stoßstange und der Kühlergrill beschädigt.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 40 km/std.



Abb. 1

Typische Eindellung in der oberen Windschutzscheibeneinfassung. Typische Eindellung in der Motorhaube, herrührend vom Sturz auf die Haube.

Fall 6.

Am 18.1.60 läuft in F. ein Fußgänger gegen einen PKW-Lloyd. Er stürzt mit der Brust auf dessen Motorhaube und schlägt mit dem Kopf in die Windschutzscheibe.

An Verletzungen zeigt der Fußgänger: Bluten am Kopf.

Er stirbt im Krankenhaus, Todesursache "Schädeltrauma".

Am Wagen ist die Windschutzscheibe zertrümmert und der rechte vordere Blinker zerstört.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 30 km/std.

Fall 7.

Am 8.1.60 fährt in F. ein VW-Fahrer (VW-1200) einen Radfahrer von hinten an. Durch den Stoß wird diesem das Rad gleichsam unter dem Körper weg nach vorne gestoßen, er selbst wird auf die vordere Schutzhaube des VW geworfen und schlägt mit dem Kopf in die Windschutzscheibe. Wie im vorhergehenden Fall ist wieder auffällig, obwohl der Sturz mit dem Kopf in die Windschutzscheibe von einem Zeugen bestätigt wurde, daß der Fußgänger an Verletzungen außer einer Nasenläsion keine weiteren Kopfverletzungen davontrug. Äußerlich waren die Verletzungen also offenbar sehr gering, obwohl sie tödlich waren!

Am wagen ist die vordere Schutzhaube eingedrückt, die Windschutzscheibe zertrümmert.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 35 km/std, die des Radfahrers etwa 10 km/std.

Fall 8.

Am 30.5.60 läuft in F. eine Fußgängerin in einen VW-1200 und schlägt gegen die Windschutzscheibe.

Kopfverletzungen sind an der tödlich verunglückten Frau nicht zu sehen.

Am Wagen ist wieder die Windschutzscheibe zertrümmert. Außer dem sind der rechte Kotflügel und der Scheinwerfer verbeult.

Die Geschwindigkeit der Fußgängerin dürfte etwa 5 km/std betragen haben, der Autofahrer gab 30 km/std an.

Fall 9.

Am 26.7.60 fährt in F. ein BMW-2500 einen Straßenkehrer an. Dieser wird durch die Luft geschleudert und stößt direkt in die Windschutzscheibe. Er rutscht dann ab und schlägt sekundär gegen die Bordsteinkante, so daß seine Verletzungen vom Sturz mitbedingt sind.

An Kopfverletzungen werden beschrieben: Schädelfraktur, Gehirnertrümmerung, doppelseitige Unterkieferfraktur.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe beschädigt, der vordere Kotflügel eingedrückt.

Als Geschwindigkeit wurden 40 km/std angegeben.

Fall 10.

Am 14.7.62 fährt in B. ein Junge auf einem Fahrrad mit erhöhtem Tempo eine unübersichtliche Straße in die Stadt hinunter. In einer Kurve kommt ein Lloyd-Alexander entgegen, der Radfahrer prallt frontal dagegen. Er wird über die Steuer- gabel hinweg direkt mit dem Kopf in die Frontscheibe des Lloyd getragen.

An Verletzungen werden beim Radfahrer festgestellt: Schädelprellungen und eine Kopfplatzwunde hinter dem linken Ohr, weiterhin ein Bruch der rechten Mittelhand. Die Todesursache ist wahrscheinlich eine schwere Schädelhirnschädigung.

Der Wagen zeigt an Beschädigungen: Kopfgroßes Loch rechts neben der Mitte der Windschutzscheibe, außerdem Splitterung der restlichen Frontscheibe nach Art von Verbundglasscheiben

(Abb.2). Weiterhin weist die linke Hälfte der vorderen Stoßstange eine scharfe Eindellung auf (Abb. 2, wahrscheinlich die Anstoßstelle des Vorderrades des Radfahrers), sodann ist das vordere Abschlußblech links verbogen und die Motorhaube am rechten Rand leicht eingedellt, Beschädigungen, die wohl vom Abprall des Radfahrers herrühren.

Die Geschwindigkeit des Lloyd betrug etwa 40 km/std, die des Radfahrers darf sicher mit 20 - 25 km/std angenommen werden.



Abb. 2 Kopfgroßes Loch in der Windschutzscheibe und wahrscheinliche primäre Anstoßstelle des Rades an der Stoßstange.

Fall 11.

Eine Fußgängerin wird am 27.10.62 in B. beim Überqueren der Fahrbahn von einem Ford-12 M angefahren, auf die Kühlerhaube geschleudert, wobei sie mit dem Kopf gegen die Windschutzscheibe prallt, und dann noch 23 Meter weit mitgenommen.

An Verletzungen sind vorhanden: Gehirnerschütterung, Platz-, Schürf- und Prellwunden, Verletzungen des rechten Schienbeines, Bruch des Querfortsatzes LWK 1 und 2.

Am Wagen zeigt die Windschutzscheibe im mittleren, unteren Teil ein kleines Loch, der Rest der Scheibe ist nach Art von Verbundglas spinnennetzartig zersplittert. Außerdem sind das Mittelstück der vorderen Stoßstange und die Kühlerhaube eingebaut, die vordere Zierleiste und der linke Scheibenwischer sind beschädigt.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 60 - 70 km/std.

Fall 12.

Am 11.3.62 wird in B. eine Fußgängerin, die ein Fahrrad neben sich herschiebt, von einer DAF-Limousine mit der linken Seite erfasst, auf die Kühlerhaube und mit dem Kopf und den Schultern in die Windschutzscheibe geschleudert.

Die Verletzungen: Splitterglasschnittwunden an der rechten oberen Stirn, Gehirnquetschung und Schädelbasisbruch, Kopfplatzwunde. Weiterhin Fraktur des rechten Ober- und Unterschenkels.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe aus Einscheiben-Sicherheitsglas in der linken Hälfte mit Lochbruch, in der rechten mit Zerkrümelungsbruch zerstört (Abb. 3). Die Autohaube und der linke Kotflügel sind mehrfach eingedellt, die Kennzeichentafel ist verbogen.

Die Geschwindigkeit betrug nach den Angaben des Fahrers 50 km/std.



Abb. 3 Lochbruch einer Windschutzscheibe aus
Einscheiben-Sicherheitsglas bei Stoß
mit dem Kopf in die Scheibe.

Fall 13.

Am 20.12.60 fährt in B. ein VW-1200 einen Fußgänger an,
der sein Fahrrad mit sich schiebt. Der Fußgänger wird mit
dem linken Kotflügel angefahren, fällt aller Wahrscheinlich
keit nach auf die vordere Haube, schlägt mit dem Kopf gegen
die Windschutzscheibe und wird dann zu Boden geschleudert.

Verletzungen: Gehirnerschütterung und Kopfplatzwunde.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe völlig zertrümmert.

Die Geschwindigkeit betrug 40 km/std.

Fall 14.

Zwei Fußgänger, ein Mann und eine Frau, werden am 10.9.60

von einem VW-Fahrer (VW-1200) in B. angefahren. Die Frau wird auf die vordere Haube und in die Windschutzscheibe geschleudert. Der Mann prallt mit dem Kopf gegen den rechten Holm.

Verletzungen: Die den Unfall überlebende Frau trägt eine Gehirnerschütterung und Prellungen des rechten Auges davon, der Mann erleidet einen Schädelbasisbruch und stirbt.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe völlig zertrümmert (Loch!), der rechte Holm ist auf 5 x 3 cm 2 cm tief eingedrückt und die Schutzhaube hat eine ca. 60 x 40 cm große bis zu 10 cm tiefe Delle rechts.

Die Geschwindigkeit des Wagens war 70 km/std.

Fall 15.

Am 8.11.61 fährt in B. ein VW-Cabriolet einen Fußgänger, der neben sich ein Fahrrad schiebt, von links an. Dieser wird mit dem Kopf gegen die obere linke Windschutzscheibeneinfassung geschleudert, wo eine für diesen Unfall typische Delle verbleibt.

Die Verletzungen des Fußgängers sind: Komplizierte Schädelimpressionsfraktur links mit schwerer Hirnkontusion. Der Mann lag noch 7 Monate bewußtlos im Krankenhaus, bevor er starb.

Am VW (siehe Bild) ist die Schutzhaube links ca. 80 x 60 cm breit eingedellt. An der oberen Einfassung der Windschutzscheibe über dem Steuerrad verblieb eine etwa 10 x 1 cm große bis zu 1,5 cm tiefe Delle.

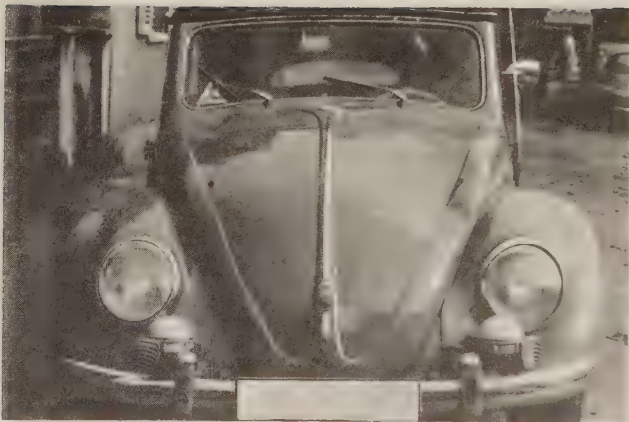


Abb. 4 Körperraufpralldelle an der Haube und Kopf-
anpralldelle an der oberen Einfassung der
Windschutzscheibe.



Abb. 5 Die Anpralldelle des Kopfes an der oberen
Einfassung der Windschutzscheibe vergrößert.

Es muß hier noch berücksichtigt werden, daß die obere Einfassung der Windschutzscheibe beim Cabriolet freitragend ist und daher besonders stabil gebaut ist, so daß die Delle bei einer VW-Limousine wahrscheinlich größer wäre. Wohl aus diesem Umstand ist zu erklären, daß die Scheibe ganz geblieben ist.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug 45 km/std.

Fall 16.

Am 20.11.61 fährt ein VW-Fahrer (VW-1200) in B. eine Fußgängerin frontal an. Diese wird auf den vorderen Kofferraumdeckel geschleudert und rutscht dann zu Boden.

Verletzungen: Schädelbasisbruch, komplette Unterschenkelbrüche.

Wagenbeschädigung: Verbeulung der vorderen Haube in einem 40 x 50 x 5 cm betragenden Bereich.

Geschwindigkeit: 65 km/std.

Die Frage erhob sich hier, ob die Kopfanstoßstelle am Auto war, oder die Kopfverletzung sekundär durch den Sturz auf den Boden hervorgerufen wurde. Der zuständige Polizeibeamte glaubte jedoch, daß im Rahmen der Schutzhaubeneindellung eine Anschlagstelle des Kopfes zu bezeichnen sei, zumal am Boden für einen derartig schweren Sturz keine Anhaltspunkte gefunden werden konnten. Als restlos gesicherte Kopfanstoßverletzung kann dieser Unfall jedoch nicht gelten.

Fall 17.

Am 10.9.61 fährt in E. ein VW-Fahrer (VW-1200) eine Radfahrerin frontal an. Sie wird über den Kofferraum gegen die Windschutzscheibe, mit dem Kopf gegen die obere Einfassung derselben und den vorderen Teil des Daches geschleudert.

Verletzungen: Zahlreiche blutverkrustete Hautverletzungen an der linken Stirnhälfte, an Unterlippe und Nasenflügel links. Außerdem Blutunterlaufungen in der Kopfschwarte und der linken Gesichtshälfte. Es besteht eine Subarachnoidalblutung im Scheitel- und Hinterhauptslappen, die rechte und linke Hemisphäre weisen disseminierte Hirnblutungen auf. Aus dem Gebiet des Türkensattels zieht ein Schädelbasisbruch über das Siebbein in beide Stirnbeine.

Dazu kommen noch Verletzungen am linken Ellenbogen, linken Handrücken, an der linken Kniescheibe und dem rechten Fußknöchel. Ferner Blutunterlaufungen an Brust, Bauchdecken, linkem Ellenbogen, beiden Handrücken und beiden Beinen.

Diese Verletzungen konnten aus dem Sektionsprotokoll der Getöteten entnommen werden. Der Polizeibericht verzeichnet dagegen nur eine Gehirnerschütterung!

Am Wagen ist die Windschutzscheibe (Sicherheitsglas) völlig zertrümmert (Loch), die obere Einfassung derselben, etwa 40 cm auf das Dach reichend, stark eingedrückt, das Dach durch den Schub von vorne an dieser Stelle etwa 10 cm über das Niveau gehoben (Vergl. Abb. 1).

Die Geschwindigkeit des PKW betrug 60 - 70 km/std, die der Radfahrerin kann mit etwa 6 km/std angenommen werden.

Fall 18.

Am 22.1.62 fährt in E. ein Kleinlastkraftwagen-Hanomag eine in die Fahrbahn laufende Frau an und stößt sie nieder. Die Frau schlägt mit dem Kopf auf die vordere Motorhaube.

Die Verletzungen der Frau sind: Kopfplatzwunde an der Stirn; darunter beginnend ein Bruch des knöchernen Schädels in Richtung Schädelbasis und Hinterhauptsloch; ausgedehnte Blutungen unter der weichen Hirnhaut; wenige Kontusionsblutungen. Dazu kommen noch Blutungen an der linken Körperseite, Einriß der linken Lunge, Rippenserienfrakturen links und rechts. Bruch des linken Schulterblattes und des 5. Brustwirbelkörpers. Die Verletzungen können alle als Anstoßverletzungen gewertet werden.

Die Beschädigungen des Wagens erschöpfen sich in einer handtellergroßen Einbeulung an der vorderen Motorhaube.

Die Geschwindigkeit des Kleinlastkraftwagens dürfte etwa 50 km/std betragen haben, die Frau etwa 4 - 5 km/std schnell gelaufen sein.

Fall 19.

Am 23.10.62 fährt in E. ein VW-Ghia auf einer breiten Straße eine Fußgängerin an, wobei diese auf die vordere Haube geschleudert wird und mit dem Kopf aller Wahrscheinlichkeit nach gegen die obere Einfassung der Windschutzscheibe schlägt.

Die Fußgängerin erleidet einen Schädelbasisbruch. Es wurde hier keine Sektion durchgeführt, so daß die tatsächlichen

Verletzungen der Verunglückten als wesentlich umfangreicher angenommen werden können, wobei wahrscheinlich eine schwere Schädel- und Hirnverletzung todesursächlich war.

Am Wagen findet sich eine hand- bis brotlaibgroße Eindellung auf der vorderen Kofferraumhaube. Die Windschutzscheibe ist völlig zertrümmert. Der linke Scheibenwischer ist verbogen. Über der Windschutzscheibe (Einscheiben-Sicherheitsglas) in Lenkradweite von der Seitenfront entfernt, sieht man eine fast handtellergröße, ungefähr 3 cm tiefe Eindellung der Einfassung, herrührend wohl nur von einem Stoß mit dem Kopf.

Die Geschwindigkeit des PKW betrug etwa 50 km/std.

Fall 20.

Am 4.11.62 fährt in A. ein VW-Bus einen Fußgänger an. Dieser wird an beiden Knien und am Kopf erfaßt. Mit dem Kopf schlägt er direkt (senkrechte Front des VW-Busses!) in die linke Windschutzscheibe.

Verletzt ist der verunglückte Fußgänger folgendermaßen: Abschürfungen und Prellungen linke Gesichtshälfte, Blutungen am linken Auge.

Am Wagen ist die linke Windschutzscheibe zertrümmert.

Die Geschwindigkeit des Wagens betrug etwa 45 - 50 km/std. Der Fußgänger ist regelrecht gelaufen, also kann man seine Geschwindigkeit mit etwa 8 km/std annehmen.

Fall 21.

Am 19.8.62 fährt in A. ein DKW-Fahrer einen auf die Fahrbahn laufenden Fußgänger an. Dieser wird mit dem Kopf gegen die Windschutzscheibe bzw. gegen das Dach des Wagens geschleudert.

Der Verunglückte hat Schürfwunden an der rechten Gesichtshälfte, eine Platzwunde am rechten Auge. Innere Verletzungen, kombiniert mit Schädelverletzungen, waren wahrscheinlich die Todesursache.

Am Wagen ist die Windschutzscheibe zertrümmert, das PKW-Dach leicht eingedrückt.

Die Geschwindigkeit des Autos betrug etwa 50 km/std.

B Ib. Ergebnisse der Fälle.

Aus diesen Fällen kann man folgendes ersehen:

1. Das am Unfall beteiligte Fahrzeug war immer beschädigt.
Die Beschädigungen waren in allen 21 Fällen ähnlich, in einigen Fällen sogar fast gleichartig (1, 6, 8, 9, 10, 13); (3, 7, 11, 12); (5, 14, 19).
2. Die vom Kopf des Verunglückten herrührenden Beschädigungen waren:
 - a. Windschutzscheibenzersplitterung, teilweise
 - b. typisch mit mehr als kopfgroßem Loch in der Windschutzscheibe.
 - c. Typische Eindellung an der Windschutzscheibeneinfassung, in den meisten Fällen an der oberen

Windschutzscheibeneinfassung.

- d. Typische Eindellung einer der beiden seitlichen Holme.
- e. Eindellung der vorderen Haube. Diese Eindellung kommt in den meisten Fällen jedoch dem Sturz des Körpers auf die Haube zu.

Die Beschädigungen an: Kotflügel

Kühlergrill

Stoßstange

Scheinwerfer

Zierleisten

Zusatzgegenständen (Spiegel, Blinker

konnten teils aus dem Polizeibericht von vornherein, teils durch Rekonstruktion als nicht vom Kopf des Opfers stammend ausgelassen werden.

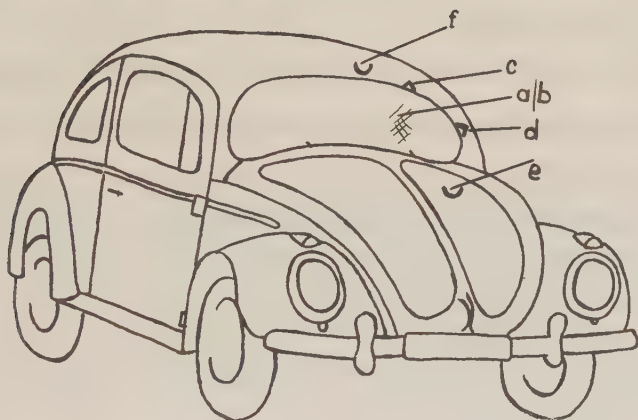
Betrachtet man die Beschädigungen am Typ des VW 1200, so sieht man folgende Lokalisationsstellen:

- a. Windschutzscheibenzersplitterung bzw.
- b. Loch (Vergl. Bild 2, 3).
- c. Einkerbung der Einfassung (Vergl. Bild 1, 5).
- d. Eindellung der seitlichen Holme.

a - c können als bei frontalen Kopfanstoßverletzungen typische Wagenbeschädigungen gelten.

- e. Delle im oberen Teil der Schutzhaube und
- f. Delle im vorderen Teil des Daches sind nicht immer in dieser Hinsicht zu werten. So mußten bei dieser Zusammenstellung mehrere Akten ausgesondert werden,

obwohl sie derartige Beschädigungen angaben, da sie zweifelsohne von Schultern, Ellbogen bzw. Arm des Verunglückten stammten.



. Als in den meisten Fällen etwa gleichartigen Unfallmechanismus kann man annehmen: Der Fußgänger wird frontal vom Fahrzeug erfaßt. Die Stoßstange des Fahrzeugs schlägt gegen die Schienbeine des Fußgängers. Dieser wird durch Hebelwirkung mit dem Oberkörper auf die vordere Haube, mit dem Kopf in die Windschutzscheibe oder an deren Einfassung geschleudert. (Anschlag nur mit dem Kopf auf die vordere Haube konnte mit Sicherheit nicht gefunden werden, Ausnahme: Fall 18, bei dem die Fahrzeugfront senkrecht steht). Im zweiten Fall rutscht der Fußgänger dann meist über das Dach (Delle!) unter Zurücklassung von teilweise deutlichen Schleifspuren ab, sonst wird er seitlich zu Boden geschleudert.

Beim Radfahrer ist das Vorderrad des Rades bei frontalem Anprall direkte Anstoßstelle. Das Rad bleibt plötzlich

stehen, wirkt teilweise zusätzlich (bei größerer Geschwindigkeit) als unterstützender Hebelarm und der Fahrer fliegt, der Schwerkraft gehorchend, fast horizontal gegen die Front des PKW-Aufbaues.

4. Die Geschwindigkeit der PKW war nie unter 30 km/std.
5. Die Schädel der Opfer zeigten äußerlich häufig wenig Verletzungen.
6. Als hauptsächlichste Kopfverletzungen wurden angegeben:

Kopfverletzung, Blutung, Platzwunde	12 mal
Gehirnerschütterung	5 mal
Schädelbasisbruch	5 mal
Prellungen des Kopfes	4 mal
Kopfabschürfungen	4 mal
Sonst. Schädelbruch	2 mal
Gehirnquetschung	2 mal
Kompl. Impressionsfraktur	1 mal
Gehirnzertrümmerung	1 mal
Unterkieferfraktur	1 mal
Keine Kopfverletzung	1 mal

Wobei bei einigen Unfallopfern mehrere Kopfverletzungen aufzuführen waren.

Da diese Kopf- und Schädelverletzungen sich meist mit der Diagnosestellung am Unfallort erschöpfen, darf ihnen kein allzu starkes Gewicht beigemessen werden. Die Fälle 17 und 18, bei denen Sektionsprotokolle zu Rate gezogen werden konnten, zeigen dies deutlich. Es wurden deshalb im Gerichtsmedizinischen Institut Erlangen zur Sektion gekommene, hier interessierende Fälle, speziell auf ihre Schädelverletzungen hin betrachtet.

B II. Fälle aus dem Gerichtsmedizinischen Institut Erlangen.

B IIa. Die einzelnen Fälle.

Fall 22.

Der 76 jährige J.H. fuhr bei E. mit seinem Fahrrad von rechts kommend in eine Kreuzung. Dabei stieß er mit der rechten Vorderseite eines entgegenkommenden Peugeot 403 zusammen, stürzte gegen die rechte Front des Wagens, gegen die Windschutzscheibe und mit dem Kopf gegen deren obere Einfassung.

Die Wagenbeschädigungen sind folgende: Der rechte Kotflügel ist vor der Tür tief eingedrückt. Die Windschutzscheibe (Verbundglas!) ist in der rechten Hälfte zerbrochen, nach innen gedrückt und hat in ihrer oberen Einfassung eine leichte, etwa faustgroße Delle.

Die Verletzungen des Verunglückten:

1. Von außen sind zu erkennen: Blutungen aus Nase und Ohr.
Bohnengroßer Defekt der Kopfhaut hinter dem linken Ohr.
Drei Blutungsbezirke der Kopfschwarte: ein parietaler rechts, ein parietotemporaler links und ein parietooccipitaler links. Brillenhämatom.
2. Nach Abheben der Galea zeigen sich: Zertrümmerungen der ganzen linken Seite des Schädeldaches, übergehend in Trümmerfraktur der linken Schädelbasis. Einzelne Frakturlinien in der rechten Schädelbasis. Längsfraktur der Kalotte.
Die linke knöcherne Augenhöhle ist $1/2$ cm tief eingedrückt.

Rindenprellungsherde und flache Subarachnoidalblutungen in der gesamten linken Großhirnhemisphäre. Hirnodem.

3. Als weitere Verletzungen sind vorhanden: Abschürfungen des rechten fünften Fingers, des linken Olekranon und der linken Kniescheibe. Der linke Handrücken zeigt eine 6 cm lange, das linke Handgelenk eine 5 cm lange Rißwunde.



Abb. 7 Typischer Bruch einer Verbundglasscheibe. Typische Eindellung an der Windschutzscheibeneinfassung.

Den Vorgang des Anpralles kann man auf Grund der festgestellten Befunde derart erklären, daß der Radfahrer von schräg rechts kommend zuerst mit seinem Vorderrad gegen den türnahen Teil des rechten Peugeot-Kotflügels prallte. Durch den plötzlichen Stopp des Rades stürzte er sodann nach vorne und schlug heftig mit seiner linken Körperhälfte gegen den rechten, vorderen Wagenaufbau, mit dem linken Arm in die Scheibe und mit der linken Seite des Kopfes gegen deren obere Einfassung.

Fall 23.

Der 61 jährige M.B. wurde bei A. von einem DKW-Kombiwagen angefahren und unmittelbar darauf von einem Ford-Kombiwagen überfahren. Es soll hier nur der Unfall ineressieren, bei dem der Fußgänger angefahren wurde und ferner, welche Verletzungen er von diesem Anstoß, soweit dies festgestellt werden konnte, davongetragen hat.

Am Wagen, dessen Frontseite schräg nach vorne abfällt, werden folgende Anstoßbeschädigungen gefunden: In der Mitte der rechten Frontseite, zwischen Blinkleuchte und Außenspiegel, sind zwei kleinere Einbeulungen. Der Außenspiegel ist zerbrochen und nach rückwärts gebogen. Um die Verankerung des Außenspiegels in der rechten oberen Motorhaube ist eine über 10 cm große Delle zu sehen (Unterkante der Windschutzscheibeneinfassung), die Windschutzscheibe ist von einem Punkt ausgehend in der rechten unteren Seite gesplittert. Dort und an der darunterliegenden Delle sind Gewebs-, Blut- und Haarteilchen sichergestellt worden.

Die Anstoßverletzungen des Fußgängers sind Verletzungen an Kopf und Oberkörper.

1. Die Haut der linken Stirnseite ist 4 x 1 cm breit durchtrennt. In der Tiefe zahlreiche Knochensplitter. Hautabschürfungen im linken Schläfen-Scheitelbereich. Das Nasenbein ist gebrochen, die Nasenwurzelgegend bläulich verfärbt. Im Bereich des Schnurrbartes findet sich eine tiefe, 3 cm lange, von schräg rechts oben nach links unten in die Lippenschleimhaut verlaufende Wunde. Schleimhautdefekt der linken Unterlippe.
2. Flächenhafte Blutunterlaufungen an der Innenseite der Kopfschwarte. Mehrfache Brüche des knöchernen Schädels und Gehirnquetschungen sind jedoch auf den zweiten Unfall - das Überfahrenwerden - zurückzuführen.
3. Luxation und Deformation des rechten Schultergelenkes.
Bruch des linken Unterschenkels. Abschürfungen in der Kreuzbeingegegend. Querer Durchriss der Brustschlagader.

Der Verletzungsmechanismus muß demnach folgender sein:

M.B. wurde in leicht gebückter Haltung zuerst von vorne rechts an Oberkörper und Gesicht durch die rechte Vorderkante des DKW-Kombi erfaßt. Dabei schlug er mit der Oberlippe-Nasengegend heftig gegen die Unterkante der Windschutzscheibe des DKW - die Haare an dieser Stelle wurden als Schnurrbarthaare identifiziert -, mit dem rechten Oberkörper gegen die Motorhaube. Die Haltung muß deshalb leicht gebückt gewesen sein, weil der Verletzte 164 cm groß war, die Anstoßstelle des Gesichts aber nur 130 cm über dem Erdboden lag. Sodann stürzte

er zu Boden und wurde noch während des Sturzes vom nachfolgenden Fahrzeug überrollt. Allein durch den Anfahrungsfall wäre der Verunglückte jedoch nicht sofort gestorben, erst das Überfahrenwerden mit schweren inneren Zerreißungen und Quetschungen führte den augenblicklichen Tod herbei.

Fall 24.

Der 20 jährige B.A. wurde bei B. von einem VW-Bus angefahren. Der Fußgänger wollte dabei den herannahenden VW-Bus, der Unfallflucht begangen hatte, durch Armbewegungen zum Halten bringen, wurde von diesem jedoch mit der rechten Frontseite gerammt und in den Straßengraben geschleudert.

Der VW-Bus weist folgende Beschädigungen auf: An der senkrecht verlaufenden Regenabweiskante ist eine deutliche Verbiegung zu erkennen. Von hier ausgehend können mehrere Blutspritzer festgestellt werden. Der Lack ist hier abgesprungen, außerdem ist die horizontale Regenrinne zurückgebogen und weist Lackabsplitterungen auf. An der rechten Windschutzscheibenbegrenzung ist eine deutliche zweiteilige Eindellung zu erkennen.

Die Verletzungen:

1. T-förmige Wunde von 5,5 cm Länge an der rechten Stirn, reichend vom Haaransatz bis zur rechten Augenbraue. An ihren Enden sind jeweils querverlaufende Schenkel von 3 cm (an den Haaren) bzw. 2 cm Länge (an der Augenbraue) zu sehen. Die Knochenhaut ist durchtrennt. Eine 15 mm lange Rißwunde findet man in Verlängerung des senkrechten Wundschenkels der Stirnwunde unterhalb des rechten Auges.

Dieses ist gequetscht und blutunterlaufen. Kratzer am linken Nasenrücken, an der linken Stirnseite und am linken Backenknochen.

2. 4 cm langer Bruch des rechten Stirnbeines in Analogie zur Stirnwunde. Mehrere Bruchlinien an der Schädelbasis (davon eine zum rechten Augenhöhlendach und zur Siebbeinplatte, eine weitere zur mittleren Schädelgrube und zum Felsenbein). Blutunterlaufungen in der rechten Paukenhöhle, der mittleren Schädelgrube, dem rechten Stirnlappen und dem rechten Hinterhauptslappen. Hirnödem.
3. Ansonsten können nur mehr an den Knöcheln der rechten Hand mehrere Hautabschürfungen und eine mäßige Quetschung in der rechten Schlüsselbeingegend gefunden werden.

Wie verlief nun hier der Anstoßmechanismus?

Der verbogene Teil der Regenabflußrinne am VW muß die schwere T-förmige Stirnverletzung gesetzt haben, worauf die Form der Wunde, die Menschenblutspritzer an der Regenrinne und nicht zuletzt Lacksplitter weisen, welche in der Stirnwunde gefunden wurden und einen dem Wagenlack analogen Aufbau zeigen. (Vergl. Abb. 8, 9). Eine schwarze Gummiabwischspur an der rechten Ärmelmanschette des Verunglückten läßt sich mit der Gummilagerung der Windschutzscheibe, die beiden Eindellungen darunter mit den Verletzungen der rechten Hand in Beziehung bringen. Da in aufrechter Haltung ein Fußgänger beim Anprall an ein Fahrzeug aber unbedingt außer einer Kopf- und Handverletzung noch weitere Verletzungen des Rumpfes und der Beine zeigen müßte (Berührung durch untere Fahrzeugteile!),

kann hier wohl der Schluß gezogen werden, daß nur der Kopf (und der Unterarm) von dem Fahrzeug getroffen wurde. Dieser Mechanismus ist denkbar, wenn ein Fußgänger ein Fahrzeug anhalten will, sich dabei leicht nach vorne beugt und den Arm etwas erhebt.



Abb. 8 Die beschädigte Regenabflußrinne am VW.



Abb. 9 Die von der Regenabflußrinne gesetzte Verletzung an der Stirn des Verunglückten.

Fall 25.

Bei H. wurde der 62 Jahre alte K.R., der angetrunken mit seinem Fahrrad die Straße entlang fuhr, von einem Ford 15 M von hinten angefahren. Der Radfahrer wurde aus dem Sattel gehoben, mit dem Kopf gegen die Windschutzscheibe und deren Einfassung geschleudert und rutschte schließlich über das Dach hinweg zu Boden.

Die Beschädigungen am PKW sind folgende:

Die Unterkante der Stoßstange und das Karosserieblech unter dieser sind eingedrückt, der Kühlergrill ist eingebault. Kennzeichenschild und rechter Scheinwerfer sind beschädigt, die Motorhaube eingedellt, der Motorhaubendeckel eingebault und aufgesprungen. An der Windschutzscheibeneinfassung bemerkt man zwei Einbuchtungen, die Windschutzscheibe selbst ist zersplittert und aus dem Rahmen gefallen. Auf dem Fahrzeugdach sind ausgiebig Blutspuren, Lackkratzer und auch graue und schwarze Haare zu finden (teils innerhalb einer Eindellung). Der Verlauf der Kratzer ist:

1. Längere Kratzer in Längsrichtung.
2. Etwa in Dachmitte und 30 cm von der rechten Regenrinne entfernt unregelmäßig kurze Kratzer.
3. Schließlich schräg von hinten nach vorn rechts verlaufende Kratzer in einer Ausdehnung von 20 - 30 cm.

Weiterhin sieht man an der rechten Wagentüre parallele Blutspritzer und an der rechten Bordseite Blutwischspuren von hinten nach vorne, die wahrscheinlich vom Abrollen des Körpers stammen.

An Verletzungen des Radfahrers können festgestellt werden:

1. An den Nasen- und Ohröffnungen sieht man angetrocknetes Blut. Über die rechte Stirnseite zieht sich dicht oberhalb der Augenbraue eine Schnittwunde von 15 mm Länge hin. Eine kleinere Hautabschürfung findet sich über der rechten Schläfe, zwei weitere am Nasenrücken. Über dem rechten Scheitelbein ist die Haut streifenförmig abgeschürft und blutunterlaufen, ebenso im Haarwirbelbereich. Am Hinterkopf zeigen sich zwei Anstoßstellen, von denen wohl eine der Windschutzscheibe und die zweite der Fassung der Windschutzscheibe zugeordnet werden kann.
2. Die Kopfschwarte ist im Bereich des Hinterkopfes blutunterlaufen. Die Schädelbasis ist in der hinteren und im Übergang von der mittleren zur hinteren Schädelgrube in großem Ausmaß durchgebrochen. Die Bruchlinien verlaufen hauptsächlich in querer Richtung und haben die Form eines Ringbruches. Die Lehne des Türkensattels ist abgerissen. Hirnstamm und Kleinhirn sind vom verlängerten Mark abgetrennt. Das Hirngewebe ist blutig, die Hirnkammern sind erweitert und enthalten flüssiges Blut.
3. Außerdem sind Schnittverletzungen an beiden Handrücken, mehrfache Unterschenkelbrüche links und ein Querbruch des linken Schulterblattes festzustellen. Die Hinterseiten beider Ober- und Unterschenkel sind gequetscht. In der Luftröhre und den Bronchien befindet sich angesaugtes Blut.

Versucht man aus den Verletzungen und Wagenbeschädigungen ein Bild über den genauen Mechanismus des Unfalls zu gewinnen,

so kann man annehmen, daß der Radfahrer von einem sehr schnellen PKW gerammt wurde und mit Wucht gegen die Front des Fahrzeugs stürzte. Obwohl äußerlich relativ geringe Kopfverletzungen zu sehen sind, weist der Verunglückte eine weitgehende Schädelbasiszertrümmerung auf, wie sie nur durch den Sturz gegen ein stärkeres Widerlager (Einfassung der Frontscheibe!) als es die Windschutzscheibe selbst böte, erklärbar ist. Sodann muß der Körper - nach den Kratzspuren und Blutspritzern zu urteilen - abgewinkelt auf das Dach gehoben worden, dort infolge der Massenträgheit ein Stück nach hinten gerutscht und, sobald die Bremsverzögerung des PKW größer wurde, einen Moment auf der Stelle gelegen und dann nach schräg vorne abgerutscht sein.

Fall 26.

In Z. wurden zwei Passanten von einem VW angefahren. Der 26 jährige H.K. wurde dabei von hinten erfaßt, auf die Schutzhaube und mit dem Kopf gegen die obere Windschutzscheibeneinfassung geschleudert.

Die diesbezüglichen Wagenbeschädigungen sind:

Zweifache große Eindellung der rechten Seite der vorderen Kofferraumhaube des VW, völlige Zersplitterung der Windschutzscheibe und scharfe Einknickung der rechten oberen Einfassung derselben. In der Delle ist ein Büschel menschlicher Haare verblieben. Die Einbuchtung ist relativ kräftig, denn es ist die hier verlaufende Chrom-Zierleiste abgesprungen und der angrenzende Teil des Daches eingedrückt (Abb. 10). Die

Beschädigungen der linken VW-Seite (Abb.11) stammen von dem zweiten Fußgänger.

An Verletzungen finden sich:

1. Im Bereich des behaarten Kopfes in einer Ausdehnung von 6 x 4 cm zahlreiche rötlich eingetrocknete Hautläsionen. Oberhautabschürfungen im linken Schläfenbereich, an der rechten und linken Stirnseite, an der rechten Ohrmuschel-hinterseite, über dem Jochbein links und am Nasenrücken. Ferner Bluten aus der Nase und zwei chirurgisch versorgte Operationsschnitte am Hinterkopf.
2. Nach Abziehen der Kopfschwarte finden sich eine handteller-große Blutunterlaufung am rechten Hinterhaupt, eine kleinere im Scheitelbereich, außerdem zwei Bohrlöcher am Hinterhaupt. Dunkle Blutgerinnsel auf der Hirnoberfläche. Der rechte Kleinhirnlappen zeigt eine ca. 3 x 4 cm große, der linke eine kleinere Quetschungsstelle. Die Schädelbasis ist von mehreren Bruchlinien durchzogen (Hauptrichtung: Hintere Schädelgrube zur vorderen Schädelgrube rechts). Weitere spaltförmige Knochenrisse verlaufen zum Hinterhauptsloch. Hirninnendruck.
3. Weitere Befunde sind: Blutstauung in den inneren Organen, mehrere Hautabschürfungen an Rumpf und an den Gliedmaßen, Bruch des linken Schien- und Wadenbeines.

Wie war in diesem Fall der Verletzungsmechanismus?

Der VW fuhr hier zwei nebeneinander gehende Fußgänger an. Während der Linksgehende von der linken Fahrzeugfront (Vergl. Abb. 11) erfaßt und auf die Straße geschleudert wurde,

wurde der Rechtsgehende regelrecht auf die Haube aufgeladen, stieß mit dem Hinterkopf gegen die obere Einfassung der Windschutzscheibe (Haarbüschel!), wurde dann wahrscheinlich auf das Dach gehoben und stürzte schließlich zu Boden.



Abb. 10

Die scharf eingekerkerte Windschutzscheibeneinfassung, an der Büschel Haare hing

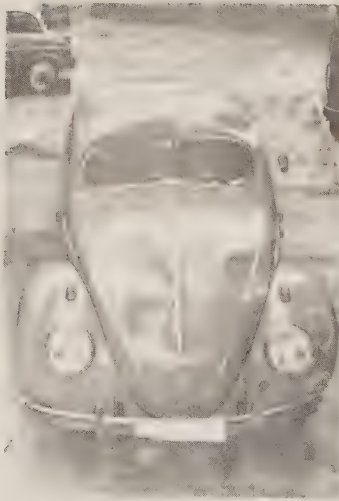


Abb. 11

Die von den beiden Fußgängern verursachten Beschädigungen des VW.

Fall 27.

Der 61 jährige Fußgänger P.B. wurde in H. am späten Abend von einem VW von hinten links angefahren, hochgehoben und gegen die Front des Wagens geschleudert.

Die Wagenbeschädigungen sind: Leichte Verbiegung der Kennzeichentafel, stärkere Eindellung des Kofferraumdeckels, Bruch der Windschutzscheibe. Links vom Scheibenwischer liegt ein Haarbüschel. Sonst sind keine Beschädigungen vorhanden. In der Leiche (Teilsektion) des Verstorbenen werden folgende Verletzungen gefunden:

- Schädelberstungsbruch links im Scheitelpbereich in der Form eines Meridionalbruches. Schädelbasisquerbruch an der hinteren Grenze der vorderen Schädelgrube beiderseits. Brillenhämatom beiderseits, Blutergüsse an der Hirnoberfläche unter der harten Hirnhaut. Hirnquetschungsherde am linken Hinterpol und an der Basis beider Stirnpole.
- Außerdem finden sich noch: Doppelter Bruch beider Unterschenkelknochen links und rechts. Geringgradige Haut- und Gewebsquetschungen in der linken hinteren Achsellinie.

Wahrscheinlich geschah der Unfall folgendermaßen.

Der in einer Rechtskurve fahrende VW stieß frontal (Nummernschild = Anstoßstelle!) auf den wohl stehenden (beide Unterschenkel sind gebrochen!) Fußgänger. Dieser wurde von hinten links erfaßt. Er schlug mit dem Körper auf die Kofferraumhaube, mit der linken Seite des Kopfes wahrscheinlich leicht von unten nach unten gegen die Scheibe und deren untere Einfassung,

an welcher keine Beschädigung mehr verblieb (Haarbüschel neben Scheibenwischer!).

Fall 28.

Der 65 jährige Fußgänger W.Sch. wurde bei S.von hinten von einem VW-Bus frontal angefahren und zu Boden geschleudert.

Am Wagen ist zu erkennen: Die senkrechte Front des VW-Busses hat in der Mitte, unterhalb der Frontscheibe, eine flache, etwa 30 cm große Mulde. Der feste, jedoch schmale mittlere Holm ist in Kopfhöhe leicht eingedellt (Länge etwa 4 cm, Tiefe 1 cm). Sonst weist der Wagen keine ersichtlichen Beschädigungen auf, insbesondere ist die Windschutzscheibe nicht zersplittert.

Die Verletzungen des Fußgängers dagegen sind relativ schwer.

1. Am Kopf sieht man äußerlich nur Schürfwunden u.zw. an der Stirn über beiden Augen und an beiden Stirnhöckern, am Nasenrücken und am linken Kinn bis zur Unterlippe. Ferner eine Anstoßstelle am Hinterkopf. Die Abschürfungen stammen wahrscheinlich vom Sturz auf die Straße.
2. Nach Abziehen der Galea erkennt man: Kontusionsflecken an Stirn, Scheitel und über der ganzen Hinterkopfseite. Ferner eine Impressionsfraktur links zwischen Hinterhauptbein und Scheitelbein. Davon ausgehend Berstungsbrüche in die rechte und linke Hinterhauptsgegend. Ausgeprägte Hirnquetschungen und ein flächenhaftes subdurales Hämatom an der contre - coup - Stelle im rechten Schläfenlappen, dessen Pol völlig zerstört ist und eine in die Tiefe

ausgebildete Höhle hat. Stirnhirn und Riechhirn weisen Rindenquetschungen, die innere Kapsel kleine Blutungen auf. Blutiger Liquor.

3. Außerdem zeigt der tödlich Verletzte noch folgende Befunde:

Bluterguss in der Muskulatur über dem rechten Schlüsselbein, welches in der Mitte gebrochen ist. Quetschungen in der rechten Axillarlinie und Rippenserienbrüche mit teilweiser Aufspießung des Brustfells in der Mamillarlinie. Rundliche Kontusionsblutung des linken Gesäßes mit quерem Durchbruch des Steißbeines. An beiden Handrücken Schürfspuren. Quetschung des rechten und linken Zungenrandes und der Zungenunterfläche.

Rekonstruierend kann man sagen, daß der straff gehende Fußgänger von hinten links von einem VW-Bus frontal angefahren wurde. Dabei prallte der Hinterkopf des Verunglückten gegen den Mittelholm des Wagens (Abformung am Schädel, Delle am Holm!), der Rumpf wurde von seitwärts hinten erfaßt (Delle unterhalb der Windschutzscheibe, Rippenserienbrüche!).

Fall 29.

Der 67 jährige H.P. wurde bei E. von einem Opel Rekord angefahren und auf die Motorhaube geschleudert, prallte gegen die Windschutzscheibe und fiel dann auf die Straße hinab.

Am Fahrzeug sieht man:

Das Kennzeichenschild ist vorne verbogen, der Kühler etwas eingedrückt. An der Stoßstange bemerkt man eine Wischspur,

keine Verbiegung. Der Motorhaubendeckel ist beim Knick nach oben auf 6 cm eingedellt. Eine links neben dem Frontfenster angebrachte Radiantenne ist nach hinten gebogen. Die Windschutzscheibe ist zersplittert und links aus dem Rahmen gefallen, die untere Fassung in 2 cm Breite eingedellt. Das Armaturenbrett in der Nähe der Lenkstange ist 10 cm breit eingebogen. Der linke Kotflügel hat eine leichte Delle.

Die Verletzungen des Verunglückten:

1. An der rechten Stirnseite und dem rechten Scheitelbein sieht man ausgedehnte Quetschungen. Dazwischen liegen mehrere Platzwunden. Die rechte Gesichtshälfte weist Schnittverletzungen auf.
2. Die Schädelbasis zeigt mehrere Frakturen. Das Gehirn ist durch schwere stumpfe Kontusion verletzt.
3. Außerdem finden sich ein Bruch des rechten Unterschenkel ca. 20 cm oberhalb der Fußsohle, des linken Unterschenkel unterhalb des Knies und Abschürfungen und Blutunterlaufungen an der Innenseite des linken Beines. Die beiden Hände sind durch Schnitte verletzt, vor allem der rechte Handrücken.

Dieser Fall zeigt, im Gegensatz zum vorhergehenden, wie ein relativ große Wagenbeschädigung mit relativ geringen Kopfverletzungen einhergehen kann. Im vorhergehenden Fall war am Fahrzeug keine wesentliche Beschädigung entstanden, der Schädel des Verunglückten jedoch weitgehend gebrochen.

Der Verletzungsablauf war hier wahrscheinlich so, daß der Fußgänger von dem Opel frontal, jedoch mehr mit der linken Seite angefahren wurde (Unterschenkelbrüche!). Dabei stürzte der Oberkörper des Angefahrenen auf die Motorhaube. Infolge der Kastenform des Opels konnte der abgewinkelte Körper jedoch nicht mehr nach oben weiterrutschen, der Kopf des Verletzten schlug also gegen die untere Seite der Windschutzscheibe und deren untere Einfassung.

Es sollen nun noch zwei Fälle aufgeführt werden, bei denen der verletzte Fußgänger nicht starb.

Fall 30.

Der 56 jährige Fußgänger G.F. wurde beim Überqueren eines Fußgängerüberweges in N. von einem VW 1200 frontal angefahren, stürzte gegen die Kofferraumhaube, die Windschutzscheibe und das Wagendach und glitt dann zu Boden.

Die Beschädigungen des Wagens sind:

An der vorderen Stoßstange rechts ist nur eine Wischspur zu erkennen, die rechte Hälfte der Vorderhaube ist eingedrückt. Die Windschutzscheibe ist zertrümmert und das Dach über ihrer oberen rechten Ecke in Kopfgröße eingedrückt.

Die Geschwindigkeit des Wagens betrug 40 - 50 km/std.

Der Fußgänger mußte ein halbes Jahr in Krankenhausbehandlung verbleiben. Aus dem Krankenhausbericht bei Einlieferung ergibt sich:

1. 5 cm lange Platzwunde über der linken Stirn, 4 cm lange

Platzwunde im Bereich des Schläfen-Scheitelbeines.
Mehrere Schürfwunden in der linken Gesichtshälfte.
Das rechte Ohr ist zum Teil abgelöst, der Ohrknorpel
eingerissen. Hämatom des linken Auges. Bißwunde an der
Zungenspitze rechts.

2. Röntgenologisch wird im Bereich des linken Schläfen-
scheitelbeines eine Fraktur und eine Sprengung der Naht
zwischen Jochbein und Stirnbein festgestellt. Neurolo-
gisch weist der Kranke eine Labyrintherschütterung, eine
Contusio cerebri und ein Korsakow-Syndrom traumatischer
Genese auf. Eine Hirnquetschung wird in Betracht gezogen.
3. Weiterhin hat der Verletzte am mittleren linken Unter-
schenkel einen kompletten Unterschenkelbruch.

Der Unfallhergang war wahrscheinlich so, daß der VW zuerst
mit der rechten vorderen Stoßstangenecke gegen den linken
Unterschenkel des Passanten stieß. Dieser wurde dann über
die vordere Haube gegen die Windschutzscheibe und mit dem
Kopf gegen das Wagendach geschleudert.

Fall 31.

Ein Vw 1500 fuhr bei F. zwei hintereinandergehende Fußgänger
von hinten an. Von ihnen erlitt nur der hinten Gehende
typische Kopfanstoßverletzungen, die hier beschrieben werden
sollen.

Die Wagenbeschädigungen sind:

Die vordere Haube ist rechts tief eingedellt. Die Partie
vor der Windschutzscheibe, deren untere Einfassung und der

rischluftrast sind in der Mitte eingedrückt. Die Windschutzscheibe ist zerbrochen und völlig aus dem Rahmen gefallen. Die obere Windschutzscheibeneinfassung hat eine etwa 15 cm lange scharfe Delle.

an Verletzungen des Fußgängers kann nur aufgeführt werden, daß er eine schwere Gehirnerschütterung, eine große Schädelplatzwunde und Blutergüsse an Stirn und linkem Fuß davontrug.

Die Geschwindigkeit des Unfallwagens war 40 km/std.

Wie war der Unfallmechanismus wohl so, daß der hinten Gehende zuerst am Schwungbein, welches das Standbein mitnahm, erfaßt und hochgehoben wurde, wobei der Körper auf die Kofferraumhaube und der Kopf gegen den oberen Windschutzscheibenrand schlug. Der zweite Passant wurde offenbar erst von dem hinteren angestoßen, dann vom Wagen erfaßt, angehoben und etwa 100 Meter mitgeschleift, wobei er mit dem rechten Bein (mehrfacher Unterschenkelbruch!) unter der Stoßstange eingeklemmt war.

B IIb. Ergebnisse.

Betrachtet man die unter B beschriebenen Fälle, so kann man feststellen:

1. Die Wagenbeschädigungen sind ähnlich bis gleich denjenigen, wie sie unter A beschrieben wurden. Ebenso ist der Unfallmechanismus dem bereits geschilderten analog.
2. Die Kopfverletzungen der Unfallopfer konnten (bis auf Fall 30 und 31) durch Sektionsergebnisse vervollständigt werden.

a. Unter den Verletzungen, die man bei äußerer Inspektion bemerkt, konnten dabei gefunden werden:

Blutende Verletzungen der Kopfschwarte	4 mal
Blutende Verletzungen der Gesichtsregion	5 mal
Bluten aus Nase, Ohr oder Mund	5 mal
Abschürfungen	5 mal
Anstoßstellen, Hämatome, Quetschungen	9 mal

Es überwiegen also die auf den ersten Blick "leichten" Verletzungen. Die häufigsten Verletzungen sind im Gesicht, welches ja relativ ungeschützt ist, lokalisiert. (In allen 10 Fällen waren Gesichtsläsionen vorhanden). Reine Abschürfungen des Gesichts kann man jedoch nicht zu den Anstoßverletzungen zählen, sie rührten in der Mehrzahl der Fälle einwandfrei vom sekundären Sturz auf den Boden her. Alleini Weichteilverletzungen des Kopfes, also ohne Knochen- oder Gehirnschädigungen, konnten in keinem Fall gefunden werden.

LÖSCHER untersuchte über 2200 Kopfverletzungen aller Arten, die durch Verkehrsunfälle bedingt waren. Er fand dabei in 85,5 % der Fälle Knochen- bzw. Gehirnverletzungen, nur in 14,5 % alleinige Weichteilverletzungen. (Davon 2/3 im Gesicht). Wie schwere Brüche des Schädels mit äußerlich nur geringen Verletzungen einhergehen können, zeigt auch der Fall 28. Vom Grad der Weichteilverletzungen auf die Gesamtschädelverletzung also einen Schluß ziehen zu wollen, ist nicht statthaft.

- b. Die Verletzungen des Schädels nach Abziehen der Kopfschwarte und Eröffnung des knöchernen Schädels waren folgende:

Schädelbasisfraktur

(z.T. Trümmerfraktur!) 7 mal

Intrakranielle Blutungen

(Intrameningeale Blutungen) 7 mal

Frakturen des übrigen Schädels 5 mal

Gehirnprellungen 4 mal

Gehirnquetschungen 3 mal

Innendruckerhöhung 3 mal

Extrakranielle Kontusionstellen 3 mal

Gehirnabriss 1 mal

Es wurden also neben erklärlichen intrakraniellen Blutungen am häufigsten Frakturen der Schädelbasis gefunden. Bei 10 derartigen Kopfanstoßverletzungen gehen 7 mit einem Schädelbasisbruch einher! Wie erklärt sich nun das gehäufte Auftreten derartiger Brüche?

Dazu muß man sich überhaupt die Bruchmöglichkeiten des Schädels einmal vor Augen halten. Nach MUELLER teilt man die Schädelbrüche in direkte und indirekte ein. Die direkten Schädelbrüche kommen zustande, wenn die auftreffende Gewalt stärker ist, als es der Elastizität des Schädels entspricht. Sie erscheinen als Impressionsfrakturen, Lochbrüche, Terrassenbrüche und Ringbrüche um das foramen magnum, je nach Art des verletzenden Gegenstandes und Kraft der Einwirkung. Die indirekten Schädelbrüche kommen entweder durch Berstung des Schädels nach Art einer zusammengedrückten Gummibläse (Quer-Längs-Scharnierbruch), oder durch contre- coup- Wirkung zustande. In diesen Fällen ist die Fraktur in der Regel nicht an der Stelle der Gewalteinwirkung. Der Schädelbasisbruch ist also der typische contre - coup - Bruch. Er entsteht nach BUHTZ besonders unter der Gewalteinwirkung gegen Stirn und Hinterhaupt, wogegen die Einwirkung einer sehr heftigen Gewalt auf die Kalotte nach REIMANN Schädelbasisringbrüche verursacht. Welche Gewalt ist nun dazu notwendig? Nach PATSCHNEIDER muß zur Entstehung eines Schädelbasisringbruches auf den Kopf ein Gewicht von etwa 270 kg bei Druck, oder eine Energie von 20 30 mkg bei Stoß einwirken. Diese Angabe wird von DETTLING insoweit bestätigt, als er zwei Impressionsfrakturen, die durch contre - coup - Wirkung entstanden sind, beschreibt und dabei in einem Fall eine einwirkende Energie von rund 20 mkg im zweiten von rund 34 mkg gefunden hat. Daß die Contre - coup - Fraktur nicht immer genau der Anstoßstelle gegenüberliegt, also oft "abwandert", erklärt GABOR SZABO mit einer von der Schädelbewegung unabhängigen Rotationsbewegung des Gehirns.

Die Brüche des übrigen Schädels waren direkte Schädelbrüche. Z.T. war der verletzende Gegenstand geradezu über dem Bruchbereich abgeformt (Vergl. Abb. 8). Können Contre - coup - Brüche mehr bei der Rekonstruktion der Stoßrichtung helfen, so dienen diese Brüche daher eher der Feststellung der verletzenden Gegenstände. Auch hier interessiert wieder die Frage, welche Krafteinwirkung nötig ist, einen Schädelbruch zu erzeugen. Liegt der Kopf auf einer unnachgiebigen Unterlage auf (z.B. auf einer Steinplatte), so genügt ein Fallmoment von 3 - 6 mkp, einen Bruch zu verursachen (MESSERER). Ist der Schädel jedoch noch am Körper der Leiche, so müssen, wie MESSERER fand, schon 24 mkp aufgewendet werden, einen Bruch zu erhalten. Der Unterschied von rund 20 mkp ist also der Betrag, den die Wirbelsäule auffängt.

Betrachtet man die Frage der Krafteinwirkung zur Erzeugung einer Gehirnerschütterung, so ist diese, wollte man Messungen vornehmen, wohl sehr individuellen Schwankungen unterworfen. So mußte eine Versuchsreihe der Cornell - University ergebnislos abgebrochen werden, bei der einer Anzahl von freiwilligen Versuchspersonen genau bemessene Energiemengen am geschützten Kopf appliziert wurden. Es zeigten sich bereits bei ein und denselben Versuchspersonen zu große Diskrepanzen, die eine Auswertung sinnlos machten. SELLIER hat sich eingehend mit diesem Problem befaßt. Er fand, daß eine Beschleunigung des Kopfes um das 80 - 120 fache der Erdbeschleunigung notwendig ist, um eine *Comotio cerebri* zu erzeugen. Nach GÜTTINGER ist die Stoßzeit die entscheidende Größe, d.h. die Berührungszeit zwischen stoßendem und gestoßenem Körper. Denn Stoßwellen

treten im Schädel nur bei Stoßzeiten auf, die kleiner als 0,1 - 0,2 msec sind. Diese Zeiten kommen vor allem bei Stoß gegen Windschutzscheiben-Verbundglasscheiben (SELLIER) vor, wo die Bruchzeit 0,3 msec beträgt.

C. Eigene Versuche.

=====

Im Hinblick auf die gefundenen Frontbeschädigungen der Kraftfahrzeuge beim Anprall von Schädeln einerseits und die aufgefundenen Kopf- und Schädelverletzungen andererseits erhob sich nun die Frage, inwieweit sich diese Befunde für eine eventuelle Rekonstruktion des Unfalls verwerten ließen. Es wurde deshalb versucht, einige Kopfaufprallunfälle nachzuahmen.

C I. Phantomschädel gegen Kotflügel.

Ein aus Pappmachee, Leim, Stuckgips und Kleister gefertigter Schädel wurde als Phantomkörper benutzt.

Die Maße des Phantomkopfes sind: Länge 25 cm, Höhe 14,5 cm. Er hat die ungefähre Form eines knöchernen Schädels, ist innen und außen mit Gips verstrichen, Nase und Gesichtspartie sind modelliert, außerdem wurde er mit farblosem Lack wasserabstoßend gemacht. Innen ist er hohl, die "Knochendicke" beträgt 5 - 14 mm (Nach FREDERIC THOMAS beträgt die Dicke des Schädeldaches im Mittel 4 mm). Nach diesem Aufbau sind auch die übrigen benützten "Schädel" angefertigt worden.

Versuch 1.

Der beschriebene Phantomkopf wurde mittels einer Gummiblase und Wasserfüllung auf ein Gesamtgewicht von 1750 g gebracht und in freiem Fall aus 425 cm Höhe auf einen an den Außenrändern nicht fixierten VW-Kotflügel fallen gelassen. Er traf 15 cm über dem Scheinwerferansatz in der Gegend Stirn-

Scheitelbein in etwa 5 x 5 cm Breite auf und hinterließ eine ca. 6 x 6 cm große, 2,5 cm tiefe Delle. Am "Schädel" entstand von der Auftrefffläche ausgehend ein 10 cm langer Riß in Richtung "Ohr". Die Blechstärke beim VW betrug 0,7 mm. Die Auftreffgeschwindigkeit v kann man nach der Formel:

(1) $b = \frac{v^2}{2s} \rightarrow v^2 = 2bs$ berechnen. Da b beim freien Fall gleich der Erdbeschleunigung g ist und die Höhe s bekannt ist, ergibt sich also:

$$\begin{aligned} (2) \quad v &= \sqrt{2gs} \\ v &= \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot s} \\ v &= 4,5 \cdot \sqrt{4,25} \approx 9 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{oder} \\ v &= 32,4 \frac{\text{km}}{\text{h}} \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} v = \text{Auftreffgeschw.} \left(\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right) \\ g = \text{Erdbeschleunig.} (9,81) \\ s = \text{Fallhöhe (m)} \end{array} \right.$$

Eine derartige Geschwindigkeit wurde bei den unter A besprochenen Fällen immer erreicht. Die potentielle Energie be

(3) $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$. Man erhält so die Energie in Newton. Für praktische Zwecke ist es besser, die technische Einheit zu wählen. Mit Gewicht $G = \text{Masse } m \cdot \text{Erdbeschleunigung}$ erhält man:

$$\begin{aligned} E_{\text{pot}} &= G \cdot h \quad [\text{mkp}] \\ E &= 1,75 \cdot 4,25 = 7,44 \text{ mkp} \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} m = \text{Masse} = \frac{G}{g} = \frac{\text{Gewicht}}{\text{Erdbeschl.}} \quad [\text{kg}] \\ G = \text{Gewicht} \quad [\text{kp}] \end{array} \right.$$

Ob bei einer derartigen Energie ein menschlicher Schädel gebrochen wäre, läßt sich daraus nicht schließen. SCHNEIDER fand, daß ein Schädel erst nach einer Deformationsstrecke von 0,8 - 1 cm bricht, was bei einem Aufschlag auf eine Betonplatte mit rund 20 km/std der Fall ist. Hier erhielt das Karosserieblech jedoch selbst eine 2,5 cm tiefe Deformation. Ist hier ein Bruch nicht wahrscheinlich, so wäre

jedoch wenigstens eine Kontusion der Kopfschwarte erfolgt, da bereits ab 1,2 mkp Energieeinwirkung (JANSSEN) die Kopfschwarte verletzt werden kann.

Versuch 2.

Obiger Phantomschädel wurde nach Austrocknung mit einer größeren Wasserfüllung auf 2190 g gebracht. Unter denselben Versuchsbedingungen wie unter 1 wurde der "Schädel", der alten Anbruchstelle folgend, in zwei Teile gespalten. Die jetzt hervorgerufene, etwas nach hinten abwärts liegende Eindellung am Kotflügel war jedoch größer, nämlich ca. 6,5 x 6,5 cm bei 2,6 cm Tiefe.

Die Auftreffgeschwindigkeit betrug wieder $32,4 \frac{\text{km}}{\text{std}}$, da ja die Masse dabei keine Rolle spielt.

Die Energie betrug $2,19 \cdot 4,25 \approx 9,31 \text{ mkp.}$

C II. Phantomschädel gegen Windschutzscheibeneinfassung.

Für die nächsten Versuche wurde folgende Mechanik gewählt: Der Schädel hängt an 3 Fäden kippsicher in einem nach hinten offenen Haken an einem Bambusstab. Dieser Stab wird von einem mit einer konstanten Geschwindigkeit fahrenden offenen Auto herausgehalten und fixiert. Der "Schädel" prallt also mit der am Tachometer zu kontrollierenden Geschwindigkeit gegen die Front des Versuchswagens und löste sich dabei gleichzeitig aus dem Haken.

Versuch 3.

Nach obigem Prinzip wurde ein solider (kompaktes Gemisch aus Pappmachee und Gips), mit einer Gipsschicht überzogener "Schädel" von 2225 g Gewicht gegen die obere rechte Einfassung der Windschutzscheibe eines VW 1200 geschleudert. Der Kopf erhielt dabei einen leichten Sprung, die Einfassung der Scheibe trug jedoch keinerlei Beschädigungen davon.

Die Auftreffgeschwindigkeit betrug $20 \text{ km/std} = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

Die daraus resultierende Energie ergab sich zu:

$$(4) \quad E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} v^2. \quad \text{Im technischen Maßsystem muß man also einsetzen (s.Gl. = 3):}$$

$$E_{\text{kin}}^{\text{tech}} = \frac{G}{2 \cdot 9,81} \cdot v^2 \quad [\text{mkp}]$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{2,225}{20} \cdot 30,25 \quad [\text{mkp}]$$

$$\underline{E = 3,36 \text{ mkp}}$$

Diese Energie war also für eine Beschädigung der Windschutzscheibeneinfassung eines VW zu gering.

Versuch 4.

Nach dem unter C II geschilderten Prinzip wurde ein hohler Phantomkopf (s.CI) von 2700 g Gewicht gegen die linke obere Ecke einer Windschutzscheibeneinfassung geschleudert. Er war mit einer gelantinösen, gequollenen Kleisterfüllung versehen. Die Auftrefffläche lag am verstärkten "Occiput" des Schädels. Es zeigten sich an der Einfassung keinerlei Einbeulungen, der Schädel jedoch platzte nach Art eines Berstungsbruches, wobei die Frakturlinie quer zur einwirkenden Gewalt von der

Ohrgegend über das Scheitelbein zur Ohrgegend der anderen Seite führte.



Abb. 12 Die Anprallstelle rechts oberhalb der Markierung an der Scheibe und der zerstörte Kopf.

Die Geschwindigkeit betrug hier 25 km/std oder $6,9 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

Die Energie ließ sich (nach Gl.4) also berechnen zu:

$$E = \frac{G}{20} \cdot v^2 \quad [\text{mkp}]$$

$$E = \frac{2,7}{20} \cdot 47,6 \quad [\text{mkp}]$$

$$\underline{E = 6,43 \text{ mkp}}$$

Auch diese Energie war also noch zu gering, Schäden an der Einfassung einer Windschutzscheibe zu setzen.

Versuch 5.

Mit einer unter C II näher beschriebenen bifilaren Aufhängung an einem Pendel wurde ein "Schädel" (wie unter C I) mit exakter Richtung und Geschwindigkeit gegen die obere Einfassung einer VW-Windschutzscheibe geschleudert. Er war mit einer 2 cm starken Watteschicht geschützt und mit einem Sand-Wasser-Kleistergemisch gefüllt. Dadurch wurde ein Gewicht von 4750 g erreicht. Der Schädel erhielt einen kleinen Riß. Die Fallhöhe betrug 55 cm, die Geschwindigkeit kann man nach folgender Formel errechnen.

$$(5) \quad E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}} \quad x[\text{m}] \cdot y[\text{kp}] \cdot 9,81 = \frac{1}{2} \cdot Y[\text{kp}] \cdot v^2 \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right]$$

$$v^2 = 2 \cdot 9,81 \cdot x$$

x = Höhe

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{x} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right] \quad \text{oder}$$

y = Gewicht

$$v = 16,32 \cdot \sqrt{x} \quad \left[\frac{\text{km}}{\text{std}} \right], \text{ also:}$$

v = Geschwindigkeit

$$v = 12 \frac{\text{km}}{\text{std}} = 3,37 \frac{\text{m}}{\text{sec}}.$$

Die Geschwindigkeit von $3,3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ bedingte eine Energie v

$$E = \frac{4,75 \cdot 10,9}{20}$$

$E = 2,58 \text{ mkp}$, also wiederum eine zu geringe Energie.

Versuch 6.

Unter denselben Versuchsbedingungen wie bei V. 5 zerbrach der Schädel diesmal bei einer Pendelhöhe von 1,55 und einer Geschwindigkeit von $20,2 \frac{\text{km}}{\text{std}}$. ($5,6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$).

Die Energie betrug hier $E = 7,43 \text{ mkp}$. Auch diese Energie konnte keinerlei Beschädigungen am Wagen hervorrufen.

C III. Schädel und Phantomschädel gegen Windschutzscheibe.

C IIIa. Allgemeines über Sicherheitsglas.

Alle Kraftfahrzeuge müssen mit Windschutzscheiben aus Sicherheitsglas ausgerüstet sein. Diese Vorschrift besteht noch nicht lange, der DKW-Reichsklasse z.B. wurde bis 1940 noch mit Fensterscheiben ausgestattet. Da jedoch gerade die Windschutzscheiben hohe Verletzungsquoten zeigten, gelten hier sehr strenge Bestimmungen. So dürfen nach der StVZO die Bruchstücke eines derartigen Sicherheitsglases keine ernstlichen Verletzungen verursachen. Andererseits muß dieses Glas ausreichend widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchungen, Temperaturen, Witterungs- und Alterseinflüsse sein und einerseits eine verzerrungsfreie Durchsicht, andererseits noch genügend Sicht beim Zu-Bruche-Gehen bieten (LOSSAGK). Gelöst wurde diese Aufgabe durch zweierlei Arten von Glas, das Einscheiben-Sicherheitsglas und das Verbundglas.

Das Einscheiben-Sicherheitsglas ist ein durch Wärme und Abschreckbehandlung vorgespanntes Spiegelglas, welches beim Zerschlagen in unzählige kleine Prismen zerfällt, die Erbsen- bis Bohnengröße haben und deswegen keine schweren Schnittwunden erzeugen können. Beim Stoß des Kopfes gegen die Scheibe zerspringt diese in ihrem ganzen Bereich bzw. fällt zum größten Teil heraus, die umherfliegenden Würfelchen setzen nur oberflächliche Epithelverletzungen. Diese Scheiben sind unter dem Namen SEKURIT, DUROGLAS und VISURIT im Handel (BÜTTNER). Eine modifizierte Scheibe "SEKURIT-S" zerbricht

im Sichtfeld des Fahrers bei etwa 10 cm durchgehendem Randabstand durch gröbere Zerkrümelung, wodurch das Sichtfeld des Fahrers bei Zerkrümelungsbruch weitgehend verbessert ist (SEKURIT UNION). Die Druckfestigkeit des Einscheiben-Sicherheitsglases ist $8000 - 10000 \text{ kg/cm}^2$, die Kugelfallfestigkeit größer als $70 \text{ cm} \cdot \text{kg}$, die Normaldicke beträgt $4,8 \pm 0,2 \text{ mm}$. (SEKURIT UNION). Diese Scheibe wird z.B. im Volkswagen eingebaut.

Die zweite Art des Sicherheitsglases ist das Zweischeiben- oder Verbundglas, Handelsname SIGLA, DELOG-VERBUND und KINOM GLAS. Es besteht aus zwei $3,3 \text{ mm}$ starken Tafelglasscheiben, die durch eine optisch klare, $0,4 \text{ mm}$ dicke Zwischenschicht aus Polyvinylbutyral zusammengehalten werden. Die typische Bruchform gleicht einem Spinnengewebe mit dem Anprallpunkt als Zentrum. Sie hat eine Gesamtdicke von $6,6 \pm 0,3 \text{ mm}$, hält einer Druckfestigkeit von $8000 - 10\,000 \text{ kg/cm}^2$ stand und besitzt eine Kugelfallfestigkeit (Kugelgewicht 225 g) von $200 - 210 \text{ cm} \cdot \text{kg}$ (SEKURIT UNION). Die Firmen Ford und Mercedes bauen z.B. diese Scheibe ein.

Es wurden schon verschiedene Versuche gemacht, um zu klären welcher Scheibe der Vorzug zu geben sei. So haftet der Einscheiben-Sicherheitsglasscheibe der Nachteil der eventuellen Sichtbehinderung bei Bruch an. Die Verbundglasscheibe jedoch gefährdet in größerem Maße, da sie mehr Gehirnerschütterung hervorruft. Darauf weisen BÜTTNER und SELLIER an Hand ihres Materials hin, darauf weisen aber auch in davon unabhängige Versuchen und Untersuchungen in England RUTLEY und COOK, in Amerika GODDARD hin.

C IIIb. Bisherige Versuche mit Sicherheitsglasscheiben.

Mit Stößen von Schädeln gegen Windschutzscheiben beschäftigte sich SELLIER sehr ausgiebig. Er kommt zu dem Schluß, daß die maximalen Kräfte, die eine Scheibe auf einen Fallkörper ausübt, bei Einscheiben- und bei Verbundsicherheitsglas gleich groß sind, solange die Scheibe nicht bricht. Erst vom Bruch der Scheiben ab kommen ihre verschiedenen Eigenschaften zur Wirkung. Dabei beträgt die Stoßzeit, d.h. also die Berührungszeit zwischen stoßendem und gestoßenem Körper, bei Einscheibenglas 2 - 3 msec, bei Verbundglas jedoch nur 0,3 msec. Diese kurze Stoßzeit im zweiten Fall ist daher hauptsächlich für öftere Verletzungen im Sinne einer Gehirnerschütterung, da diese durch Stoßwellen ausgelöst wird, die nach GÜTTINGER kleiner also 0,1 - 0,2 msec sein müssen. LOEW wiederum konnte anhand von 51 Fällen nachweisen, daß eine schwere Schädel- und Hirnverletzung durch alleinigen Stoß gegen die Windschutzscheibe nie vorkam, ein Befund, den er mit Experimenten an Leichenschädeln untermauerte.

Die vorgeschriebene Kugelfallfestigkeit der SEKURIT UNION wird nach LOSSAGK am besten mit einem Phantomkörper, einem dem menschlichen Oberkörper nachgebildeten, mit Filz überzogenen Holzklotz geprüft.

Die erwähnten Versuche wurden jeweils mit dem Ausgangspunkt eines Anstoßes des Kopfes des Fahrers oder Beifahrers gegen die Windschutzscheibe von innen unternommen. Es sollte daher versucht werden, den Unfall eines Sturzes eines Fußgängers oder Radfahrers in die Windschutzscheibe nachzuahmen.

C IIIc. Die einzelnen Versuche.

Versuch 7.

Nach dem unter C II angegebenen Prinzip (Kopf an einer mit konstanter Geschwindigkeit bewegten Stange gegen Windschutzscheibe) wurde ein Phantom-Kopf mit Wasserfüllung und bereits beschriebenen Aufbau, der 3400 g Gewicht hatte, gegen eine VW-Windschutzscheibe geschleudert. Die Auftreffgeschwindigkeit betrug $20 \text{ km/std} = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$. Der "Kopf" zerbrach, das Wasser entleerte sich, die Scheibe blieb jedoch ganz. Die Energie betrug $E = 5,14 \text{ mkp}$ (Gl. 4).

Versuch 8.

Nun wurde nach diesem Mechanismus ein solider Schädel aus Gips-Machee von 2225 g Gewicht gegen die Scheibe geschleudert. Der Kopf wurde bei einer Geschwindigkeit von 25 km/std vollständig zertrümmert, die Scheibe blieb ganz. Die hier in Frage kommende Energie betrug: $E = 5,29 \text{ mkp}$, war also ebenfalls zu gering.

Versuch 9.

Ebenfalls nach obigem Mechanismus wurde ein mit Kleister-Gelatine gefüllter "Schädel" von 2700 g Gewicht gegen eine Scheibe geschleudert. Geschwindigkeit 20 km/std. Der Schädel erhielt einen leichten Riß im "Stirngebiet". Die Scheibe blieb ganz. Energie: 4,08 mkp.

Es wurde nun die Geschwindigkeit beginnend mit 25 km/std gesteigert.

Versuch 10.

Bei diesem Versuch wurde ein solider Schädel genommen, Gewicht 1600 g. Er prallte mit dem "Gesichtsfeld" gegen die Scheibe, welche nicht zerbrach; der Gipsbelag am "Kinn" des Schädels war leicht abgesprungen. Die Geschwindigkeit betrug $30 \frac{\text{km}}{\text{std}} = 8,3 \frac{\text{m}}{\text{sec.}}$

Die Energie berechnete sich zu: $E = 5,51 \text{ mkp.}$

Versuch 11.

Derselbe "Schädel" wie in Versuch 10 (Gewicht 1600 g) wurde nun mit $35 \frac{\text{km}}{\text{std}} = 9,7 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ gegen die Scheibe geschleudert.

Die Auftrefffläche des Phantomkörpers war leicht angesprungen, die Scheibe blieb ganz. Die Energie betrug hier: $7,52 \text{ mkp.}$

Versuch 12.

Nun wurde der Schädel mit $40 \frac{\text{km}}{\text{std}} (= 11,1 \frac{\text{m}}{\text{sec}})$ gegen die Scheibe gestoßen. Die Scheibe blieb ganz, der "Schädel" wurde total zertrümmert. Hier betrug die Energie: $9,85 \text{ mkp.}$

Da eine Windschutzscheibe die Energie bis zu knapp 10 mkp bei Versuchen mit Phantomköpfen aushielt, wurden für die folgenden Versuche Leichenschädel genommen.

Versuch 13.

Ein Leichenkopf, der nur mehr am Hinterkopf ein dünnes Haar-
kleid besaß und von einem 78 jährigen Mann stammte, wurde
verwendet. Die Haut wurde nach einem Halskrausenschnitt bis

zur Kehlkopfhöhe abpräpariert und der Kopf knapp unter dem Kehlkopf abgesetzt. Der Hals wurde mittels Ausstopfung mit Zellstoff wieder geformt. Da ein derartiges Kopfgewicht bei Erwachsenen mit rund 5600 g ermittelt wurde und der Kopf nun 4900 g wog, wurde in den Hals noch ein 700 g schweres Sandsäckchen als Ballast eingenäht. Die Aufhängung war so gewählt, daß der Kopf mit der Hinterseite gegen die Scheibe schlug. Er war in ein Tuch eingenäht. Der so präparierte Kopf wurde nun zur Erreichung einer exakten Treffgenauigkeit bifilar an einem 6 m hoch aufgebauten, durch Spannleinen gehaltenen Reck aufgehängt. Es konnte nun die Fallhöhe und damit die Geschwindigkeit in den hier interessierenden Bereichen beliebig variiert werden.

Der Kopf wurde nun in einer Höhe von 1,47 m dem freien Schwere überlassen und prallte gegen die VW-Windschutzscheibe. Die Scheibe blieb ganz.

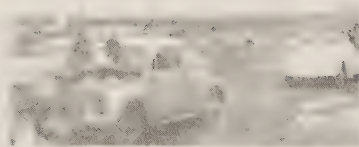


Abb. 13 Schema des Recks

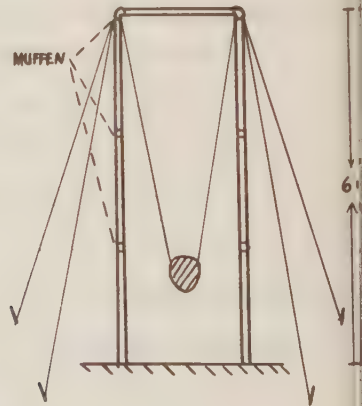


Abb. 14 Das zum bifilaren hängen des Kopfes verwendete Reck mit Kopf

Zur Errechnung der Geschwindigkeit setzt man die tatsächliche Fallhöhe in die Formel (Gl. 2) $v = 4,5 \cdot \sqrt{x} \left[\frac{m}{sec} \right]$ ein. Die Aufprallstelle an der Windschutzscheibe lag 1,15 m über dem Boden, also ergab sich die wirksame Höhe zu 32 cm.

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{0,32}$$

$$v = 2,52 \frac{m}{sec} = \underline{8,3 \frac{km}{std.}}$$

Die Energie ergab sich hier zu:

$$\underline{E = \frac{5,6 \cdot 6,26}{20} = 1,75 \text{ mkp}}$$

Versuch 14.

Es wurde nun unter denselben Bedingungen eine wirksame Höhe von 48 cm gewählt. Die Scheibe zerbrach nicht. Die Geschwindigkeit ergab sich hier zu $3,15 \frac{m}{sec} = 11,3 \frac{km}{std.}$

Die Energie war hier: $\underline{E = 2,71 \text{ mkp.}}$

Versuch 15.

Widerum unter den gleichen Versuchsbedingungen wurde jetzt eine wirksame Höhe von 64 cm gewählt. Die Scheibe zersplitterte diesmal, wobei an der Anstoßstelle ein über kopfgroßes Loch an der zerkrümelten Windschutzscheibe herausfiel.

Die Geschwindigkeit betrug hier:

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{0,8} = 3,6 \frac{m}{sec} = 13 \frac{km}{std.}$$

Die Energie ergab sich zu:

$$\underline{E = 3,56 \text{ mkp.}}$$

Der Kopf wurde anschließend seziert. Er zeigte keinen Bruch oder Anriß oder eine sichtbare Quetschung.



Abb. 15

Anstoßstelle des
in ein Tuch eing-
nähten Kopfes.

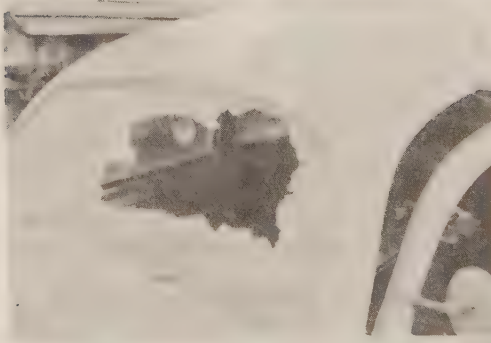


Abb. 16

Die von einem 5,
schweren Kopf ve-
ursachte Beschäd-
igung einer VW-Wi-
schutzscheibe be-
13 $\frac{\text{km}}{\text{std}}$.

Vergleicht man die hier wirksamen Energien mit denen der Versuche 7 - 12, so überrascht die relativ geringe Energie von 3,56 mkp, die beim letzten Versuch zum Bruch der Scheibe führte. Da die modellierten Phantomköpfe aus sehr sprödem, d.h. also unelastischem Material (Gipsüberzug) waren, zerbrachen sie sehr viel leichter und bei geringeren Energien,

wobei sie dann wahrscheinlich die restliche Energie, welche die Scheibe eigentlich zerbrechen mußte, absorbierten.

Versuch 16.

Ein Leichenschädel von einem knapp 50 jährigen Mann, mit dichten 2,5 - 5 cm langen Haaren und einem Gewicht von 5600 g wurde wie bei Versuch 13 präpariert und mittels eines Recks in einen Pendelschwung gegen die Scheibe eines VW 1200 versetzt. Die Scheibe zerbrach an der Kopfanstoßstelle, u.zw. mit Lochbruch.

Die Geschwindigkeit war bei einer wirksamen Höhe von 2,89 m mit $7,65 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ oder $27,5 \frac{\text{km}}{\text{std}}$ zu errechnen. Die hier wirksame Energie betrug bereits:

$$\underline{E = 16,38 \text{ mkp.}}$$

Die anschließende Sektion des Schädels ergab keinen Bruch oder eine sonstige sichtbare Hirnschädigung.

D. Diskussion der Ergebnisse.

D I. Unfallmechanismus.

Betrachtet man den Ablauf eines Kopf-Anstoßunfalles, so kann man im Rahmen des unter B Ib geschilderten typischen Mechanismus im wesentlichen wohl zwei Formen unterscheiden. Diese sind bedingt durch den Fahrzeugtyp. Beim VW 1200 oder DKW-1000 (Vergl. Fall 5), bei denen die vordere Haube nach abwärts gezogen ist, war dabei auffällig, daß die Kopfanstoßstellen in der Mehrzahl der Fälle an der oberen Windschutzscheibeneinfassung anzutreffen waren. Es läßt sich vorstellen, daß diese Form der Fahrzeugfront wie ein Keil wirkt, wobei die Kraftresultante nach oben weist. Der von einem Fahrzeug dieses Typs Angefahrene wurde dementsprechend auch meist etwas "in die Höhe geschleudert" - wie teilweise aus Zeugenaussagen zu entnehmen war - und stieß dann gegen den oberen Teil des Fahrzeugaufbaues. Ähnlich dürfte der Unfallablauf bei den Kleinwagen (z.B. Lloyd, DAF, Goggomobil) sein, da hier zusätzlich noch die Distanz Stoßstange - Frontaufbau kleiner als bei den oben erwähnten Wagen, ein Anstoß mit dem Kopf an die oberen Aufbauteile des Autos also noch eher erklärbar ist.

Anders läßt sich der Mechanismus bei einem Fahrzeug mit Kastenform denken, etwa einem Mercedes, Ford oder Opel Rekord (Vergl. Fall 29). Hier wird der Fußgänger durch den eckigen Bau des Kühlers sozusagen am "Nachobenrutschen"

gehindert, der Kopf schlägt dann gegen den unteren Teil der Windschutzscheibe und deren Begrenzung. Dabei ist vor allem die Geschwindigkeit noch von Bedeutung.

D II. Geschwindigkeit.

MÜHLFELD fand, daß der oben geschilderte Unfallmechanismus bei Unfällen mit Fußgängern überhaupt erst zustande kommt, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeuges 40 km/std beträgt. Wurden Fußgänger mit einer Geschwindigkeit unter 40 km/std angefahren, so wurden sie vom Auto zu Boden oder zur Seite geschleudert. Bei den hier untersuchten Unfällen konnten nie Geschwindigkeiten unter 30 km/std festgestellt werden. Dabei muß man bedenken, daß wohl in der überwiegenden Zahl der Fälle die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit höher war als die angegebene, da die Übertretung der Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/std innerhalb geschlossener Ortschaften - und um solche handelt es sich hier - allein schon strafbar ist, die meisten Fahrer daher wohl versuchten, eine so niedrig wie mögliche Geschwindigkeit glaubhaft zu machen. Dies berücksichtigend, kann man bei derartigen Geschwindigkeiten auch schon eine erhebliche Schleuderwirkung annehmen. So braucht in manchen Fällen die Kopfanstoßverletzung nicht todesursächlich zu sein, Aortenriß oder Überdehnung und Bruch der Halswirbelsäule (REMUND, MÜHLFELD) sind dann die Todesursachen. Von der Geschwindigkeit hängt ferner die Energie des Aufpralles ab. Zu ihrer Berechnung bei einer stumpfen Gewalteinwirkung, wie sie die Kopfanprallverletzung darstellt,

kommt es nur auf die relative Geschwindigkeit der beiden aufeinandertreffenden Massen an (BUHTZ), hier also auf die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges, da jene des Fußgängers im Vergleich dazu wohl meist mit 0 km/std angenommen werden kann.

In den Versuchen 1 bis 16 wurde der umgekehrte Weg beschritten. Dabei fand sich, daß eine mit einem Phantomkopf erzeugte Energie von 7,43 mkp (Versuch 6) an der Einrahmung einer VW-Frontscheibe keinerlei Spuren hinterließ, dagegen eine fast gleiche Energie von 7,44 mkp auf einem VW-Kotflügel ein 6 x 6 cm große Delle verursachte. Es kommt also wesentlich darauf an, ob die einwirkende Gewalt eine relativ große, unverstrebte Karosseriefläche wie im Falle des Kotflügels oder einen stark gewölbten und verstrehten Teil wie den stabilen Rahmen trifft. Bei Versuchen mit Phantomköpfen aus Gips und Windschutzscheiben wurden relativ hohe Energien erzeugt (Vers. 12; 9,85 mkp), ohne daß die Scheibe brach, dagegen genügten bei Versuchen mit einem menschlichen Kopf bereits 3,56 mkp bei einer Geschwindigkeit von 13 km/std, um die Scheibe zu zertrümmern. In diesem Fall muß also die Elastizität des anprallenden Kopfes berücksichtigt werden. Dabei läßt sich denken, daß z.B. alte Menschen bei derartigen Unfällen leichter Schädelbrüche erleiden als junge.

D III. Windschutzscheibe und Einfassung.

Da also eine VW-Windschutzscheibe bereits bei einer Geschwindigkeit von 13 km/std brach, der Schädel jedoch keinerlei

Verletzungen zeigte, erhebt sich die Frage, ob ein Schädel beim alleinigen Stoß gegen eine Windschutzscheibe überhaupt schwere Verletzungen davonträgt. SELLIER, LOSSAGK und vor allem LOEW haben gefunden, daß ein Schädel beim Stoß gegen eine Windschutzscheibe nie bricht. Demgegenüber stehen jedoch die hier in den Fällen 22 - 30 gefundenen schweren Schädelbrüche. Sie deuten auf den Stoß gegen ein hartes Widerlager hin. In diesen Fällen muß also der Schädel nach dem ersten Stoß gegen die Windschutzscheibe unbedingt noch einen zweiten Stoß gegen die Einfassung der Scheibe erlebt haben, ein Mechanismus, den MÜHLFELD an einem Beispiel (Kopf eines Radfahrers schlägt gegen die Frontscheibe und prallt dann gegen deren Einfassung) beschrieb. Dabei läßt sich auch vorstellen, daß durch den Anprall an die Scheibe die Energie des Schädels bereits weitgehend abgebremst ist, so daß sie zu gering ist, eine Deformation der Scheibeneinfassung zu erzeugen (Vers. 6; 7,43 mkp konnten keine Beschädigung hervorrufen), andererseits aber groß genug, um zu einem Schädelbruch zu führen (3 - 6 mkp nach MESSERER). Man muß also immer bei derartigen Fällen an der Einfassung nach Spuren suchen, wie zurückgebliebenen Haaren, Gewebsteilchen oder Blutresten (Vergl. Fall 26). Alleiniger Stoß gegen die Einfassung einer Einscheiben-Sicherheitsglasscheibe kann andererseits auch einen Bruch der Scheibe zur Folge haben, wenn nämlich die Beschädigung der Karosserie so stark ist, daß durch Verbiegen des Scheibenrandes ein Spannungsverlust erfolgt und die Scheibe platzt (SEKURIT). In der Regel jedoch wird die Scheibeneinfassung nur relativ geringfügige Anstoßstellen zeigen,

die Verletzungen des knöchernen Schädels aber sind gerade bei diesen Anstoß-Unfällen besonders stark, wie der Fall 28 zeigen konnte.

D IV. Schädelverletzungen.

Am auffälligsten ist das gehäufte Vorkommen von Schädelbasisbrüchen. MESSERER versuchte mit seinen klassischen Versuchen, eine bestimmte Regelmäßigkeit zwischen Anstoßstelle und Frakturbereich aufzuzeigen. Er nimmt mit ARAN an, daß dementsprechende Gewalteinwirkungen auf den Schädel jeweils eine Fraktur zur Folge haben, die auf dem kürzesten Weg zur Schädelbasis zieht. Er fand auch weiterhin, daß Berstungsbrüche jeweils in der Richtung der einwirkenden Gewalt verlaufen. (Gewalteinwirkung auf die Stirn und Hinterhaupt ergibt Schädellängsbruch, Gewalteinwirkung auf die Schläfen ergibt Schädelquerbruch). Die hier ausgeführten Versuche mit Phantomköpfen aus Gips zeigten jedoch oft einen gegenteiligen Frakturverlauf, zurückzuführen wohl auf den Elastizitätsmangel dieses Materials.

Zur Klärung der Anstoßstelle können diese Befunde wesentlich beitragen.

D V. Spurenuntersuchung.

Im gerichtsmedizinischen Interesse liegt vor allem die Sicherung von Spuren, besonders bei Fahrerflucht. Dabei kann man zuerst einmal sein Augenmerk auf die Beschädigungen am Unfallfahrzeug, wie sie unter B Ib als typisch für Kopfanprallunfälle erkannt wurden, richten. Nicht immer gelingt es, wie im Fall 24, durch direkten Abdruck des verletzenden Gegenstandes am Kopf des Verunglückten eine genaue Zuordnung zu erreichen, jedoch können Haar-, Stoff-, Blut- oder Gewebsreste am Fahrzeug oder Lacksplitter in den Wunden des Verletzten Hinweise geben (Vergl. Fall 24 und 26). Auch die genauen Maße (Abstand Boden - Kopf bzw. Boden - Fahrzeugteil) können zu einer genauen Rekonstruktionsmöglichkeit beitragen (Fall 24).

Man kann hier jedoch nur die Situation beim ersten Anstoß rekonstruieren, da nachfolgende Haltungsveränderungen des Verunglückten eine genaue Zuordnung nicht mehr ermöglichen. Einen weiteren Hinweis liefern Windschutzscheibenverletzungen am Kopf des Verunglückten, die unregelmäßig und nicht streifig wie bei Abprallverletzungen angeordnet sind. Bei Anprall an Verbundglasscheiben drücken sich nach BÜTTNER sogar kleinste, oberflächliche Glasteilchen in die Haut ein. Schließlich müssen bei einem Bruch der Windschutzscheibe nach Kopfanprall eines Fußgängers die Splitter der Scheibe im Wageninnern liegen. Durch die verschiedenartigen Wölbungen der Scheibe können einige Splitter aber auch auf den Kühler oder sogar auf das Dach fliegen, wie es im Fall 25 zu sehen war.

D VI. Weitere Gesichtspunkte.

Bei den meisten Fällen konnte Alkoholeinfluß festgestellt werden. Teilweise standen sogar beide Verunglückte, Fahrer wie Fußgänger, unter Alkoholeinwirkung. Da es unter einem derartigen Einfluß zu einer Hemmung der Abwehrreflexe kommt, was zu besonders schweren Sturzverletzungen führt (SCHMIDT) kann man sich vorstellen, daß Anprallverletzungen ebenso schwerer ausfallen und zu ernsteren Verletzungen und Brüchen führen.

Unsere Untersuchungen waren zu wenig umfangreich, um auch über den Einfluß des Alters der Verunglückten auf die Schwere der Verletzungen Aussagen machen zu können. MESSERE ist der Ansicht, daß Jugendliche wie auch alte Leute am meisten gefährdet sind, einen Schädelbruch zu erleiden. LÖSCHER fand, daß ältere Leute eher Knochenbrüche erleiden, Jugendliche eher Gehirnerschütterungen. Wieviele Jugendlichen dabei an Unfällen beteiligt sind, konnte LEHMANN bei Radfahrern zeigen. Danach sind 50 % der Verunglückten unter 18 Jahre, 50 % über 18 Jahre alt.

E. Zusammenfassung.

=====

1. Aus Polizeiakten und Sektionsprotokollen wurden insgesamt 31, davon 29 tödlich verlaufene Verkehrsunfälle ausgewählt, bei denen speziell Fußgänger oder Radfahrer mit dem Kopf gegen vordere Fahrzeugteile stießen. Es wurde dabei untersucht, welche Anhaltspunkte sich zur Rekonstruktion dieses besonderen Unfallmechanismus ergeben.
2. Als beim Anprall mit dem Kopf typische und zur Rekonstruktion derartiger Verkehrsunfälle verwertbare Fahrzeugbeschädigungen wurden gefunden: Eindellung der Windschutzscheibeneinfassung, Eindellung der seitlichen Holme, Bruch der Windschutzscheibe mit vorwiegend nach innen fallenden Glassplittern. Die Eindellungen des Daches und der vorderen Haube sind meistens von anderen Körperteilen verursacht.
3. Als typischer Unfallmechanismus kann gelten: Der Fußgänger (Radfahrer) wird angefahren, dann durch Hebelwirkung auf die vordere Haube geschleudert und stößt schließlich mit dem Kopf gegen die frontalen Fahrzeugteile.
4. Im allgemeinen liegt die Kopfanstoßstelle bei Personenkraftwagen mit nach vorne abgeflachtem Vorderteil am oberen Teil der Windschutzscheibe und deren oberen Einfassung, bei Personenkraftwagen mit Kastenform am unteren Teil der Frontscheibe bzw. an deren unteren Einfassung.

5. Die Verunglückten weisen in den meisten Fällen nur äußerliche Kopfverletzungen leichteren Grades (Anstoßstellen, Hämatome, Quetschungen, Abschürfungen) auf.
6. Die Sektionen der Schädel ergaben in der Mehrzahl der Fälle Schädelbasisbrüche und intrakranielle Blutungen. Berstungsbrüche waren seltener.
7. Rekonstruktionsversuche mit Phantomschädeln aus Pappmachee, Gips und einer gelatinösen Füllung erbrachten keine befriedigenden Ergebnisse, zurückzuführen wohl auf die geringe Elastizität und Festigkeit des Materials
8. Beim Anprall von Leichenschädeln an Windschutzscheiben konnte bei $13 \frac{\text{km}}{\text{std}}$ Geschwindigkeit und einer Energie von 3,56 mkp ein Bruch der Scheibe erzeugt werden. Bei 27,5 km/std Geschwindigkeit und einer Energie von 16,38 mkp konnte noch kein Bruch des Schädels festgestellt werden.

F. Literatur.

=====

- ANDER, A: "Über Todesfälle und Schwerverletzte im Straßenverkehr in ihrer Verteilung auf einzelne Verkehrsteilnehmer". Hefte z. Unfallheilkunde, Springer-Verlag Berlin - Göttingen - Heidelberg. 55. Band, Seite 24 - 34.
- BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT München, Neuhauserstr. 51
Ref. IV / c. Mitteilung Nr. 1938. (1964)
- BÜTTNER, Gernot: Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 679: "Die Verletzungen der Autoinsassen." Ihre Entstehung und Verhütung. (1959)
Westdeutscher Verlag Köln und Opladen, Seite 252 ff.
- BUHTZ, Gerhard: "Der Verkehrsunfall!" (1938)
Ferdinand Enke-Verlag Berlin - Göttingen - Heidelberg.
- DETTLING, J: "Expressionsverletzungen des Schädels."
S. 486 - 489 in: Schweizerische Medizinische Wochenschrift, 19. Jahrgang, 1938.
Benno Schwabe u. Co. Basel, (1938)
- DETTLING, J: "Medizinische Gesichtspunkte für neue technische Hilfsmaßnahmen zur Bekämpfung der Straßenverkehrskollisionen." Schweizerische Medizinische Wochenschrift, 88. Jahrgang, 1958, Nr. 30,
Seite 739.

- GABOR SZABO: "Beiträge zum Mechanismus der contre - coup - Verletzungen des Hirns." Deutsche Zeitschrift f.d.ges. gerichtl. Medizin, 37, (1943).
Seite 64 - 71.
- GÜTTINGER, W: "Der Stoßeffect auf eine Flüssigkeitskugel als Grundlage einer physikalischen Theorie der Entstehung von Hirnverletzungen." Z.f. Naturforsch. 5a, 622., (1950).
- GURDIJAN, E.S. und WEBSTER, J.E.: "The mechanism and management of injuries to the head." I.A.M.A. 134: 1072 - 1076, (1947).
- GURDIJAN, E.S., WEBSTER, J.E., LISSNER, H.R.:
"Observations on the mechanism of brain Concussion, Contusion and Laceration." Surgery, Gynecology and Obstetrics 101: 680 - 690, (1955).
- GODDARD, James: "Vorschläge für Sicherheitsvorrichtungen in Kraftfahrzeugen." Zentralblatt für Verkehrsmedizin, Verkehrspsychologie und angrenzende Gebiete 4. Heft, (1961), Seite 231, Lehmann-Verlag, München.
- JANSSEN, Werner: "Experimentelle Untersuchungen zur Beziehung zwischen Tatwerkzeug und Platzwunde, unter besonderer Berücksichtigung von Kantenverletzungen." Deutsche Zeitschrift f.d.ges. gerichtl. Medizin 54. Band, 2. Heft., Seite 240 - 247, (1963)
Springer-Verlag Berlin.

LAVES-BITZEL-BERGER: "Der Straßenverkehrsunfall."

Ferdinand Enke-Verlag Stuttgart, (1956).

LÖSCHER, Johannes Karl: "Die Kopfverletzungen bei Verkehrsunfällen." Diss. 1938 Leipzig.

LEHMANN, Konstantin: "Typologie der Verkehrsunfälle von Radfahrern." Zeitschrift für Verkehrssicherheit (1960) H. 6, S. 1, 109, 209.

LOEW, Friedrich: Pers. Zuschrift an H. Prof. Dr. Schmidt, Erlangen v. 11.2.1964.

LOEW, Friedrich u. Walter, W.: "Verletzungen von Autoinsassen bei Kraftfahrzeugunfällen." Zentralblatt f. Verkehrsmedizin, Verkehrspsychologie und angrenzende Gebiete. (1955), Heft 4, 1/2. Jahrg. Gilde-Verlag Alfeld.

LOSSAGK, Helmut: "Sicherheitsglasarten und Konstruktionsfragen von Windschutzscheiben." Zentralbl. f. Verkehrsmedizin, Verkehrspsychol. und angrenz. Gebiete. 1. Heft, (1960) 6. Jahrg. Gilde-Verlag Alfeld.

MESSERER, Otto: "Experimentelle Untersuchungen über Schädelbrüche." München 1884, Rieger'sche Verlagsbuchhandlung.

MESSERER, Otto: "Über Elastizität und Festigkeit der menschlichen Knochen." Cotta-Verlag 1880.

- MIKAT, B: "Die Bundesstatistik der gewaltsamen Todesfälle unter besonderer Berücksichtigung des Todes im Verkehr." Hefte z. Unfallheilkunde, 55. Band, Springer-Verlag Berlin - Göttingen - Heidelberg.
- MÜHLFELD, Hans: "Sektionsbefunde bei Verkehrsunfällen." Diss. 1937, U 37/5584. Leipzig.
- NORMAN, L.G.: "The driver and pedestrian." Medicine, Science and the Law. Bd. 3, Nr. 1, (1962). Sweet u. Maxwell, London.
- PATSCHIEDER, H.: "Zur Entstehung von Ringbrüchen des Schädelgrundes." Dt. Zeitschr. f.d. ges. ger. Med., 52. Band, (1961) Seite 13.
- PONSOLD, Albert: "Lehrbuch der gerichtlichen Medizin einschließlich der ärztlichen Rechtskunde, ärztlichen Standeskunde, sowie der Versicherungsmedizin." Stuttgart 1950, Thieme-Verlag.
- REIMANN, W.: "Zur Mechanik der Schädelbasisringbrüche." Dt. Zeitschr. f. d. ges. ger. Med., 51. Band, Seite 601, (1961).
- REMUND, Max Hugo: "Gerichtlich-medizinische Erfahrungen und Probleme bei Automobilunfällen." (1931), Benno Schwabe u. Co., Basel.
- RUTLEY, K.S. and COOK, I.A.: "A Survey of the Incidence of Head Injuries to the Occupants of Cars and

commercial Vehicles." Automobile Engineer,
Febr. 1962, Seite 57.

SEKURIT, Glas-Union: "Fahrzeugverglasung."

Köln 1 Postf. 1508. Werksbroschüre.

SELLIER, K.: "Über die mechanische Wirkung verschiedener
Windschutzscheibenarten beim Stoß auf den Schädel."
Dt. Zeitschr. f.d. ges. ger. Med., Band 50,
Seite 474 - 483, (1960).

SELLIER, K. u. UNTERHARNSCHIEDT, F.: "Zur Unfallmechanik der
stumpfen Gewalteinwirkung auf den Schädel durch
Windschutzscheiben " Zentr. Blatt f. Verk. Med.,
2. Heft, 9. Jahrg., (1963).

SCHMIDT, Georg: "Unfallmechanismus bei Kopf an Kopf-Zusammen-
stößen im Straßenverkehr." Hefte z. Unfallheil-
kunde, Heft 71, Seite 170, (1961).

SCHNEIDER-LOSSAGK: "Verkehrsunfälle." Kameradschafts-Verlag
m.b.H., Berlin W 35, (1935).

STEINER, Else: "Über Art, Häufigkeit und Entstehung von Ver-
kehrsverletzungen." Diss. Königsberg, (1932).

STATISTIK DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND,
W. Kohlhammer-Verlag Köln, Band 1952 - 1963.
Abschnitt Verkehr-Verkehrsunfälle.

STATISTIK DES DEUTSCHEN REICHES,
Band 1939/40. Abschnitt Verkehr-Verkehrsunfälle.

Herrn Prof. Dr. Gg.Schmidt danke ich für die Überlassung des Themas, für die immer bereitwillig gewährte Hilfe und für viele Anregungen.

Herrn Prof. Dr. Dr. E.Weinig danke ich für die freundliche Unterstützung der Arbeit.

Lebenslauf

=====

Am 21. September 1940 wurde ich als einziger Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Franz Wolf und seiner Ehefrau Anna, geb. Wenisch, in Marienbad, CSR, geboren. Nach der Vertreibung 1945 wurde mein zweiter Wohnsitz Schnaittenbach in der Oberpfalz, wo ich vom September 1946 bis zum Juli 1950 die Volksschule besuchte. Im September 1950 trat ich in das hum. Gymnasium Amberg ein, welches ich im Juli 1959 mit dem Abitur beschloß. Im Wintersemester 1959 begann ich dann das Studium der Medizin an der Universität Erlangen, wo ich im März 1962 das Physikum und am 6.7.1965 das Staatsexamen bestand.

Fotodruck

– W. Hög, Erlangen, Brüxer Straße 9, (Nähe Röthelheimbad) Telefon 1636 [15336] –